

(43)公開日 平成9年(1997)5月6日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所	
H O 4 N	5/783		H O 4 N	5/783	Z
	5/92			5/92	H
	7/24			7/13	Z

審査請求 未請求 請求項の数27 FD 外国語出願 (全 72 頁)

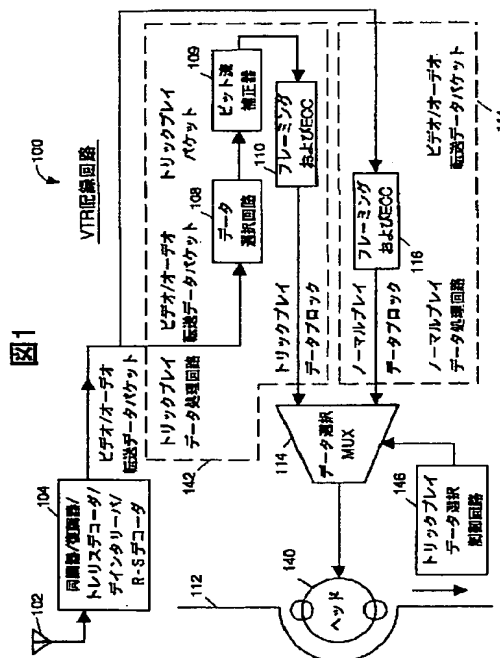
(21)出願番号	特願平8-179733	(71)出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22)出願日	平成8年(1996)6月6日	(72)発明者	フランク アントン レーン アメリカ合衆国 08055 ニュージャージー 州メドフォード レイクス市 モホーク トレイル 148
(31)優先権主張番号	08/481, 022	(74)代理人	弁理士 高田 幸彦 (外1名)
(32)優先日	1995年6月7日		
(33)優先権主張国	米国(US)		

(54)【発明の名称】 ビット流の処理方法、ビデオ再生方法、データパケットの記録方法、トリックプレーデータの記録方法およびビデオ再生装置

(57) 【要約】

【課題】読み出しおよびMPEG適合ビット流への復号化を容易にするやり方でデータを記録する方法が求められている。

【解決手段】ビデオ記録再生装置の早送りまたは早戻し再生動作に使用されるデータ流などのトリックブレードータ流を、予め選択されたデータ標準、特にMPEG-2標準に確実に適合させる方法が開示されている。ノーマルブレードータ流から発生されるトリックブレードータ流に対してPCR、PTSおよびDTS値を発生させるためのさまざまな方法がある。それらの方法として、データが読み出されるべきトリックブレードータ速度の関数として新たなPCR、PTSおよびDTS値を発生する方法がある。トリックブレードータ動作中にテープから読み込まれたPCR、PTSおよびDTS値を補正するための方法および回路についても開示している。ここに開示した方法は、新しいPCR、PTSおよびDTS値を発生し、MPEG-2適合ビット流を与えるものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】第1PCRを含んでいるビデオデータを含む第1ビット流を受信する段階、

該第1ビット流に含まれる第1PCRを読み出す段階、
該第1PCRから第2PCRを計算する段階、および第1PCRを第2PCRで置き換えることによって、第1ビット流からトリックプレービット流を発生させる段階、から成るビット流の処理方法。

【請求項2】請求項1に記載の方法において、さらにトリックプレービット流内の表示データに使用される時間に対応する、表示時間の関数として、トリックプレービット流内のPTSの間隔を決定する段階、

トリックプレービット流内のPTSの間隔が700ミリ秒を越えるときはいつでもPTSを発生させる段階、およびそれぞれ発生したPTSをトリックプレービット流中に挿入する段階、を有することを特徴とするビット流の処理方法。

【請求項3】請求項2に記載の方法において、発生したPTSがタミーPESパケット内に含まれていることを特徴とするビット流の処理方法。

【請求項4】請求項3に記載の方法において、さらに、再生装置のトリックプレー動作中にデータが読み出されるテーブル位置において、テーブル上にトリックプレービット流を記録する段階を有することを特徴とするビット流の処理方法。

【請求項5】請求項2に記載の方法において、さらに、テーブルからデータを読み出すことによって、第1ビット流を発生させる段階、およびトリックプレービット流をビデオデコーダに供給する段階を有することを特徴とするビット流の処理方法。

【請求項6】請求項1に記載の方法において、第1ビット流が第1データ速度で表示されるようにエンコードされ、かつトリックプレービット流が第2データ速度で表示されるようにエンコードされ、上記の第1PCRから第2PCRを計算する段階が第1および第2データ速度の比の関数として実行されることを特徴とするビット流の処理方法。

【請求項7】請求項6に記載の方法において、第1ビット流が第1PTSを含み、上記トリックプレービット流を発生させる段階が、

第1PTSから第2PTSを発生させる段階、および第1PTSを第2PTSで置き換える段階を有することを特徴とするビット流の処理方法。

【請求項8】請求項7に記載の方法において、第2PTSが第1および第2データ速度の比の関数として発生されることを特徴とするビット流の処理方法。

【請求項9】ビデオデータを含むノーマルプレービット流を受信する段階、

ビデオプレーヤトリックプレー動作の予め選択されたモード中に使用するため、ノーマルプレービット流に含ま

れるビデオデータのサブセットを選択することによって、トリックプレービット流を発生させる段階、
トリックプレービット流に含まれるデータ量を監視する段階、およびトリックプレービット流に含まれるデータ量が予め選択されたビデオデータ量に近似する度毎に、PCR値を発生する段階を有し、予め選択されたビデオデータ量が、100ミリ秒でビデオ装置のトリックプレー動作の予め選択されたモード中にデコーダに転送され得る最大データ量を表わすことを特徴とするビット流の処理方法。

【請求項10】請求項9に記載の方法において、さらに、27MHzクロック信号の関数として、33ビットカウンタを駆動する段階、

該33ビットカウンタに記憶された値の関数として、PCR値を発生する段階、および該PCR値をトリックプレービット流中に挿入する段階、を有することを特徴とするビット流の処理方法。

【請求項11】請求項9に記載の方法において、上記トリックプレービット流が、第1フレームを表している少なくとも1つの転送パケットを含み、上記方法がさらに、

第1フレームのデコーディングと関連付けられた見積遅延期間の関数として、第1PTS値を発生する段階、および該第1フレームを表している少なくとも1つの転送パケットに、発生したPTSを含ませる段階、を有することを特徴とするビット流の処理方法。

【請求項12】請求項9に記載の方法において、上記トリックプレービット流が、PTSを有する転送パケットを含み、上記方法がさらに、

上記トリックプレービット流に含まれるPTSを検出する段階、および表示時間の点で、PTS間の時間が700ミリ秒以下の予め選択された時間を越えるかどうかを判定する段階、PTS間の時間が予め選択された時間を越えることを判定する際に、PTSを含みかつ薄い符号化間フレームを表しているトリックプレービット流を発生し挿入する段階、を有することを特徴とするビット流の処理方法。

【請求項13】請求項12に記載の方法において、薄い符号化間フレームが、PTSを含んでいるPESパケットによってトリックプレーデータ流内に表わされたPフレームであることを有することを特徴とするビット流の処理方法。

【請求項14】請求項13に記載の方法において、さらに、ビデオプレーヤトリックプレー動作の予め選択されたモード中にデータが読み出されるテーブル位置において、テーブル上にトリックプレービット流を記録する段階を有することを特徴とするビット流の処理方法。

【請求項15】請求項9に記載の方法において、さらに、

P T S値を有する転送バケットを同定する一連の同定ビットを発生する段階、

ビデオプレーヤトリックプレー動作の予め選択されたモード中にデータが読み出されるテープ位置において、テープ上にトリックプレービット流を記録する段階を有することを特徴とするビット流の処理方法。

【請求項16】データ記憶装置からデータを読み出すことによって、第1ビット流を発生させる段階、第1ビット流を受信するとともに、該受信データ量を測定する段階、

受信データ量が予め選択されたビデオデータ量に近似する度毎に、PCR値を発生する段階を有し、予め選択されたビデオデータ量が、100ミリ秒でビデオプレーヤトリックプレー動作の予め選択されたモード中にデコーダに転送され得る最大データ量を表すことを特徴とするビデオ再生方法。

【請求項17】請求項16に記載の方法において、さらに、

27MHzクロック信号の関数として、33ビットカウンタを駆動する段階、

該33ビットカウンタに記憶された値の関数として、PCR値を発生する段階、および該PCR値を第1ビット流中に挿入し、第2ビット流を発生する段階、を有することを特徴とするビデオ再生方法。

【請求項18】請求項16に記載の方法において、上記第2ビット流が、第1フレームを表している少なくとも1つの転送バケットを含み、上記方法がさらに、第1フレームのデコーディングと関連付けられた見積遅延期間の関数として、第1PTS値を発生する段階、および少なくとも1つの転送バケットの1つに、発生したPTSを含ませる段階、を有することを特徴とするビット再生方法。

【請求項19】請求項16に記載の方法において、上記第2ビット流が、PTSを有する転送バケットを含み、上記方法がさらに、

上記トリックプレービット流に含まれるPTSを検出する段階、および表示時間の点で、PTS間の時間が700ミリ秒以下の予め選択された時間を越えるかどうかを判定する段階、PTS間の時間が予め選択された時間を越えることを判定する際に、PTSを含みかつ透過符号化間フレームを表しているトリックプレービット流を発生し挿入する段階、を有することを特徴とするビデオ再生方法。

【請求項20】請求項19に記載の方法において、透過符号化間フレームが、PTSを含んでいるPE Sバケットによってトリックプレーデータ流内に表わされたPフレームであることを有することを特徴とするビット流の処理方法。

【請求項21】請求項16に記載の方法において、第1ビット流が、符号化内フレームの異なる部分に対応す

る、第1符号語および第2符号語を含み、かつ第1ビット流を受信するとともに、該受信データ量を測定する段階が、

第2符号語を受信する前に第1符号語を受信する段階、

第1符号語をバッファに記憶する段階、

第2符号語をデコーダに出力する段階、および第2符号語を出力した後に、バッファに蓄えられた第1符号語をデコーダに出力する段階、を有することを特徴とするビデオ再生方法。

10 【請求項22】PCR、PTSまたはDTSを含んでいる1つ以上のデータバケットを記憶媒体に記録する方法であって、上記方法が、

PCR、PTSまたはDTSを含んでいるデータバケットを同定する一連の同定ビットを発生する段階、および該同定ビットおよびデータバケットを記憶媒体に記録する段階、を含んでいることを特徴とするデータバケットの記録方法。

【請求項23】請求項22に記載の方法において、さらにPCR、PTSまたはDTS値を含んでいるデータバケットのそれぞれに対して、付加バケットヘッダを発生する段階、および上記同定ビットを付加バケットヘッダ内に含ませる段階を有することを特徴とするデータバケットの記録方法。

【請求項24】請求項22に記載の方法において、さらに上記データバケットをトリックプレーデータブロック中に配列する段階、および上記同定ビットをトリックプレーデータブロックヘッダ内に含ませる段階を有することを特徴とするデータバケットの記録方法。

【請求項25】トリックプレーデータを記憶媒体に記録する方法であって、上記方法が

30 当該速度で再生されるように、トリックプレーデータがエンコードされたデータ速度を同定する情報を発生する段階、および発生した情報を予備的データとして記憶媒体に記録する段階を含んでいることを特徴とするトリックプレーデータの記録方法。

【請求項26】ビデオ装置のトリックプレー再生動作中に使用するため、MPEG-2適合ノーマルプレービット流に含まれるデータのサブセットを選択するためのデータ選択回路、および該データ選択回路に結合され、データの選択されたサブセットを修正し、トリックプレーデータのMPEG-2適合ノーマルプレービット流を発生させるためのビット流補正器回路、を備えているビデオ装置。

【請求項27】複数のトリックプレー動作モードのいずれか1つの動作モード中に、デジタル記憶媒体からデータ読み出すための一組のヘッド、および該一組のヘッドに結合され、複数のトリックプレー動作モードのいずれか1つの動作モード中に、デジタル記憶媒体から読み出されたデータ流を修正し、トリックプレーデータのMPEG-2適合流を発生させるためのビット流補正器回

路、を備えているビデオ再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はビデオ記録再生装置に係り、さらに詳細には、例えば早送りまたは早戻し再生動作に使用されるデータ流などのトリックプレーデータ流を、予め選択されたデータ標準に確実に適合させる方法に関する。

【0002】

【従来の技術】他の形のビデオおよびオーディオ信号の伝送並びにテレビジョン放送において、画質を改善し、さらにはアナログNTSCを使用して現在可能である帯域を越えるスペクトル帯域をより一層十分に活用する方法として、アナログ信号に対して、デジタル信号を使用することが提案されてきた。

【0003】国際標準機構(International Standards Organization)は、デジタルテレビジョンに、そしてデジタルビデオテープレコーダ(VTR)に関して使用されることを目的としている圧縮デジタルデータ流を発生するためのビデオデータ圧縮用標準を設定している。この標準はISO MPEG (International Standards Organization - Moving Picture Experts Group) ("MPEG")標準として参照される。MPEG標準の一つのバージョンであるMPEG-2は、1994年11月13日付け「情報技術 - 動画および関連オーディオの属性符号化(Information Technology - Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio)」と題する国際標準機構-動画専門グループ、推奨H.222.0、ISO/IEC 13818-1 (ISO 13818-1 International Standards)に記載されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】転送バケット化およびMPEG-2ビット流の多重化のためのシンタックスおよびセマンテックスであり、データ流として参照されるMPEG-2システム層は、ISO 13818-1国際標準(ISO 13818-1 International Standards)に詳述されている。MPEG-2システム層は、伝送される多重プログラム内の各プログラムに対するシステムクロックのプログラムクロック基準(PCR)をその内部に有する。それらのPCRは、例えばデコーディング時に、例えば位相ロックループ回路によって、デコーダのシステムクロックを、デコードされるビット流を発生させるために最初に使用されるエンコーダのシステムクロックに同期させるために使用される。MPEG-2システム層は、また、プレゼンテーション時間スタンプ(PTS)を含むとともに、デコーディング時間スタンプ(DTS)を含むことがある。それらのPTSおよびDTSの値は、300で割られたPCR値のサンプルである。それらのPTSおよびDTSの値は、それぞれ、ビット流内のデータによって表された特定のフレームが表示さ

れるかデコードされる時間を示す。ビット流内に含まれたPCR、PTSおよびDTSの値は、デコーダにビット流を正しくデコードさせ、その後、例えばビット流によって表されたテレビジョンプログラムのビデオおよび/またはオーディオを表示させる。

【0005】MPEG-2ビット流に含まなければならないタイミング情報上に、MPEG-2標準の一部として、抑制が置かれる。特に、MPEG-2は、PCR信号の2つの次に続くエンコーディングの間の継続期間が、100ミリ秒を越えてはならないことを要求する。ここで、その時間は、データを転送するために必要な時間によって測定される。また、PTSの2つの次に続くエンコーディングの間の継続期間が、700ミリ秒を越えてはならない。ここで、その時間は表示時間によって測定される。

【0006】したがって、MPEG標準は、ビット流がデコードされかつ適切に表示され得ることを保証する目的で、例えば信号タイミングの要求などさまざまな抑制を与える。

【0007】MPEG符号化ビデオビット流を記録するデジタルVTRは、テープ上に特別な領域を有し、そこにはトリックプレーデータ、すなわち早送りおよび早戻しなどの1つ以上のVTRトリックプレー動作モード中表示されるべきデータ、が記録される。トリックプレーデータは、記録している時間に受信ビット流から、すなわちノーマルVTR再生動作の期間中表示されるべきデータから、抽出されるビデオデータである。トリック再生動作中、トリックプレーデータはVTRによってテープから読み出され、トリック再生復号化のためデコーダに出力されることになる。

【0008】テープ上に記録されたトリックプレーデータが完全にMPEG-2に適合するように、例えばそれが読み出される際に文章構成的に合法的なMPEG転送ビット流を形成するように、それは或る再生速度を仮定して、記録される前に符号化される必要がある。

【0009】もし、付加的トリックプレー動作モード中に、例えば2倍速早送りで表示するため、VTRが、或る再生速度を仮定して、例えば4倍速早送り再生動作を仮定して、記録されたトリックプレーデータを使用する場合には、記録したPCR、PTSおよびDTS値は、付加的VTR動作モードに対して正しいものではないことになる。そのような場合には、すなわち、データが1つの再生速度を仮定して記録され、そのデータが別の再生速度で読み出される場合には、テープから読み出されるPCR、PTSおよびDTS値を補正し、例えばVTRに取り付けられたテレビジョンセットなどのMPEG両立性デコーダおよび表示装置によって、復号化され表示され得るMPEG-2適合ビット流を生成する必要がある。

【0010】したがって、本発明の目的は、読み出しお

よびMPEG適合ビット流への復号化を容易にするやり方でデータを記録する方法を提供することにある。

【0011】本発明の他の目的は、例えばトリックプレーデータビット流などのビット流内に含まれたタイミング情報を補正し、例えばトリックプレー動作中そのタイミング情報がMPEG標準に適合するようにさせる方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、ビデオ記録再生装置に係り、さらに詳細には、例えば早送りまたは早戻し再生動作に使用されるデータ流などのトリックプレーデータ流を、予め選択されたデータ標準、特にMPEG-2標準に確実に適合させる方法に関する。本発明によれば、ノーマルプレーデータ流から発生されるトリックプレーデータ流に対してPCR、PTSおよびDTS値を発生させるためのさまざまな方法がある。それらの方法として、データが読み出されるべきトリックプレー速度の関数として新たなPCR、PTSおよびDTS値を発生する方法がある。

【0013】トリックプレー動作中にテープから読み込まれたPCR、PTSおよびDTS値を補正するための方法および回路についても開示している。ここに開示した方法は、新しいPCR、PTSおよびDTS値を発生し、MPEG-2適合ビット流を与えるものである。トリックプレーデータを記録し、読み出されるように符号化された速度または方向以外の、ビデオ再生装置の速度または方向で読み出されるトリックプレーデータを処理するための本発明の方法および装置も、ビデオテーブルコードの文脈の中に開示されている。それらの技術は、例えばコンパクトディスクなどを含む、トリックプレー動作を行う別の記憶媒体に対しても適用可能である。さらに、例えばPCRおよびPTSなどのタイミングスタンプ、およびタイミングスタンプ間隔を調節するための一般的な開示技術が、MPEG-2以外のデジタル記録標準との適合性を保証するために使用される。

【0014】

【好適な実施の形態】本発明は、例えばテープなどの蓄積装置に記録され、かつその蓄積装置から読み出されるビット流が、例えばMPEG-2データ標準などの予め選択されたデータ標準と適合することを保証するための方法および装置に関するものである。そのビット流は、例えば、再生装置の早送りまたは早戻し動作モード中に表示されるべきフレームを表しているデータを構成しているトリックプレービット流である。

【0015】図1を参照する。図1は、本発明の一実施例に従って作られたビデオテーブルコード(VTR)回路100を示している。本発明のビデオテーブルコード回路100は、VTR記録回路としての説明のために示されているが、本発明の記録再生回路は、例えば光ディスクを含む記録回路の主要部に使用され得る。

【0016】VTR記録回路100は、例えばテレビジョン信号などの信号を受信するためのアンテナ102、および受信した信号からデジタルビット流を発生するためのチューナ/復調器/トレリスデコーダ/デインタリーバおよびR-Sデコーダ回路104を備えている。回路104によって出力されるデジタルビット流は、例えば、ノーマルプレーデータ処理回路144およびトリックプレーデータ処理回路142の入力に供給されるビデオ/オーディオ転送データバケットを有する。

10 【0017】トリックプレーデータ処理回路142は、例えば早送りおよび早戻し動作モードなどの1つ以上のVTRトリックプレー動作モード中に使用するため、サブセットの受信データを選択する働きをする。トリックプレーデータ選択動作は、トリックプレーデータ選択回路108によって実行され得る複数のデータ選択技術のいずれか1つを用いて実行される。トリックプレーデータ選択回路108は、トリックプレーデータバケットとして参照される、転送データバケットを出力し、それらをビット流補正器回路109の入力に与える。以下に述べるように、ビット流補正器回路109は本発明に従って動作し、現在のPCR、PTSおよび/またはDTS信号を変更し、またはトリックプレーデータ選択回路108によって出力されるトリックプレーデータバケットと関連した新たなPCR、PTSおよび/またはDTS値を発生し、少なくとも1つのVTRトリックプレー動作モード中にテープから読み出される際に、トリックプレーデータがMPEG-2適合ビット流を発生することを保証する。

30 【0018】ビット流補正器回路109によって出力された補正されたまたは新たに発生されたPCR、PTSおよび/またはDTS信号は、フレーミングおよびECC回路110に与えられる。その回路110は、例えば、ECCビットが発生されるトリックプレーデータブロックおよびトリックプレーデータブロック群中にトリックプレー輸送データバケットを配列させる。トリックプレーデータブロックおよびECCビットは、フレーミングおよびECC回路110によって出力され、データ選択マルチプレクサ(MUX)114の第1入力に与えられる。

40 【0019】トリックプレーデータ処理回路142と同様に、ノーマルプレーデータ処理回路144は、ビデオ/オーディオ輸送データバケットをその入力として受信する。受信したデータバケットは、フレーミングおよびECC回路116に与えられる。その回路116は、受信したデータバケットをノーマルプレーデータブロック中に配列し、ノーマルプレーデータブロックのそれぞれに対して誤り補正(ECC)ビットを発生する。ノーマルプレーデータブロックおよびECCビットは、フレーミングおよびECC回路110によって出力され、データ選択マルチプレクサ(MUX)114の第2入力に与え

られる。

【0020】ノーマルおよびトリックプレーデータブロックのECCビットは、ここに含まれ得ることを留意されたい。

【0021】データ選択MUX114は、トリックプレーデータ選択制御回路146によって制御され、テープ112上の1組のヘッド140の位置の関数として、トリックプレーデータブロックまたはノーマルプレーデータブロックのいずれかを出力する。記録ヘッドが、トリックプレーデータの蓄積に対して割り当てられたテープ位置上にあるとき、データ選択MUXは、1組のヘッド140に与えられるトリックプレーデータブロックを出力するように制御される。しかし、記録ヘッドがノーマルプレーデータの蓄積に対して割り当てられたテープ位置上にあるとき、トリックプレーデータ選択制御回路146は、データ選択MUX114を制御し、1組のヘッド140に与えられるノーマルプレーデータブロックを出力する。

【0022】次に、図2を参照する。図2は、本発明の模範的な一実施例に従って作られたVTR再生回路210を示している。図2に示されているように、VTR再生回路210は、1組のヘッド214、誤り補正回路216、再生バケットフィルタ218、ビット流補正器回路216、再生バケットフィルタ218、ビット流補正器回路220、デジタルVTRポート222、およびサーボ制御モジュール224を備えている。1組のヘッド214に対するテープ212の位置は、再生動作中にサーボ制御モジュール224によって制御される。

【0023】順方向または逆方向などのVTRの特別な再生動作モードおよび動作速度を示すユーザコマンドは、再生バケットフィルタ218、ビット流補正器回路220、およびサーボ制御モジュールのモータ制御回路230に供給される。モータ制御回路230は、トラッキング制御ヘッド228の出力および受信したユーザコマンドの関数として、1組のキャプスタン226の動きを制御することによってテープ212の位置を調節する。ユーザコマンドは、例えば、VTR制御パネル上のスイッチの手動操作によって入力され得る。

【0024】データは、1組のヘッド214によって再生動作中にテープから読み込まれ、誤り補正回路216に与えられる。与えられる補正回路216は、ノーマルおよびトリックプレーデータブロックを持つテープから読み出されたECCビットを使用し、データの誤りを補正する。例えばノーマルプレーおよびトリックプレー輸送データバケットなどのテープから読み出された補正データは、誤り補正回路216によって再生バケットフィルタ218に与えられる。

【0025】再生バケットフィルタ218は、ビット流を出力し、テープから読み出されかつVTR選択モード動作中に使用されないデータバケットがそのビット流か

らる過される。再生バケットフィルタ218によって出力されたビット流は、本発明に従って動作するビット流補正器回路220に供給され、そのビット流内に既に存在するPCR、PTSおよび/またはDTS信号を変調するか、新たなPCR、PTSおよび/またはDTS信号を発生し、ビット流補正器回路220によって出力されるビット流が、ビット流補正器回路220に供給されるユーザコマンドによって指示される通りVTR特定モード動作のMPEG-2と適合するPCT、PTS、および/またはDTS値を確実に含むようにする。

【0026】ビット流補正器回路220によって出力されるビット流は、テレビ受信機等の表示装置の一部である、例えばデコーダに結合される、例えばデジタルVTRポートに供給される。早送り/早戻し等のトリック再生動作モードを行なうため、VTR記録回路100のトリックプレーデータ選択回路108は、トリックプレーデータ処理回路142によって受信されるビット流、例えばノーマルプレービット流からデータを選択する。そのデータは、その後一組のヘッド140によってテープ112上の所定箇所例えばトリックプレーデータ用にリザーブされているトリックプレーセグメントに記録される。本発明の一実施例によれば、トリックプレーデータは、予め選択された再生データ速度に対応する、規定MPEG-2転送データ流として記録される。すなわち、再生時に記録データは予め選択された再生データ速度に対応する規定MPEG-2転送データ流として読み出される。

【0027】この実施例では、トリックプレーデータとともに記録されたPCR値は、予め選択された再生速度に対して正確時間ベースおよび周波数でエンコードされる必要があるとともにテープから読み出されるフレームがPCR値に関して正確な速度で与えられるように、PTSおよび/またはDTS値はトリックプレーデータとともにエンコードされる必要がある。

【0028】MPEG-2によって課せられたPCRおよびPTS/DTS抑制に加えて、VTR記録回路100は、テープ上に記録されるトリックプレーデータに付加的抑制を課し、VTRトリックプレー動作を容易にさせる。そのような付加的抑制は、たとえば、トリックプレーフレームが、デコードされるべき付加フレームに対応するデータを要求しない内部符号化(I-)フレームに制限されることを要求する限定を含んでいる。

【0029】一実施例においては、トリックプレーデータ選択回路108は、トリックプレーデータとして使用されるべきIフレームに対応するデータを選択し、それによってインターフレーム、例えば、PフレームおよびBフレーム、トリックプレー用データの使用を避ける。

【0030】そのような実施例においては、トリックプレーデータ選択回路108は、ノーマルプレーデータからIフレームを表わすデータを選択し、選択されたI

フレームからトリックプレーデータ流を発生する。トリックプレーデータ流の発生は、選択されたIフレームについての1以上の低減動作を含む。従って、データ選択回路108によって発生されたトリックプレーデータ流に含まれるIフレームは、ノーマルプレービット流内に含まれるビデオデータの複数ブロックから高周波余弦変換(DCT)を除去することによって発生された低減解像度Iフレームを含み、その結果、トリックプレーデータ流内に含まれるよう選択される複数ブロックの大きさを減少させる。

【0031】トリックプレー動作中、1組のヘッド140によってテープ上をトレースされるバスのため、回復されたデータ速度は、通常、ノーマル再生データ速度よりもかなり小さい。

【0032】トリック再生動作中VTR再生回路によって回復されるデータ速度は、通常、ノーマルプレービット流の元のビット速度に比較して非常に小さいため、同等の低減解像度Iフレームは、一般に、回復させ、例えばデジタルVTRポート222を介して例えばデコーダ回路に送るため、ノーマル再生動作中フレームを表示するために使用される時間に対応するフレーム期間よりも長くなる。従って、早送りまたは早戻しトリック再生動作中、各フレームは、例えばビデオフレーム表示を制御するための表示プロセッサによって、フレーム期間以上保持され表示されなければならない。ここで、フレーム期間は、ノーマル再生動作中にフレームを表示するために通常使用される時間に対応する。

【0033】トリックプレー中の低回復データ速度の結果、例えば、VTRポート222に結合されたデコーダ回路は、一般に、フレーム期間内に完全なフレームをデコードするために十分なデータ量を受信しない。従って、これはデコーダバッファアンダーフロー状態を作り出す。

【0034】後述されるように、本発明のビット流補正器回路220は、その起り得るデコーダバッファアンダーフロー問題に対応する複数の異なる方法の内の1つ以上を採用する。一般に、これらの方法は、PTSそして任意にはDTSの調整または発生を含み、アンダーフロー状態においてデコーダが受信しているデータが、全てのフレームデータが受信されるまで、データをデコードしないようにしている。VTR再生回路210のビット流補正器回路220は、充分なデータが受信され、フレームを適切にデコードされるようにするまで、バッファアンダーフローの場合には、デコーダがフレームバッファの内容をデコードしないように、PTSまたはDTS値を発生することによってこれを実行する。

【0035】そのような実施例においては、ビット流補正器220が、バッファアンダーフロー状態中にPTSまたはDTS値を発生する場合、例えば、トリックプレーフレームなどの各フレームは、少なくとも1個の基本

流(PES)バケットにおいて独立にバケット化される。本発明によって、フレームは多数のPESバケットに分割され得るが、フレーム当り多数のPESバケットを使用することにより、低減されたデータ伝送効率を引き起こす増大したオーバーヘッドによるペナルティが生ずる。

【0036】デコーダバッファアンダーフローを防止するため、他の実施例においては、ビット流補正器回路220は、それが完フレームに対応するデータを持つまでトリックプレーフレームデータを記憶する。ビット流補正器回路220は、その後、新たな全フレームのデータが記憶され、デコーダに供給される準備状態になるまで、例えば、デコーダが新たなフレームを受信するときはいつでも、このデータをデコーダに何度も出力する。

【0037】テープから読み出されたトリックプレーデータは、早送りおよび早戻し再生動作モードの両方に使用される目的の単組データである。同じトリックプレーデータは、データ回復の機会を増すために、異なるテープ位置に何度も記録される。順逆トリック再生動作の両方に単組のトリックプレーデータが使用される場合には、IフレームまたはIフレームと透過Pフレームの連鎖は、フレームに対応しているデータがテープから読み出される順番(順または逆)の不確実性のため、様々な高速トリック再生動作モードを適切にデコードするノーマルプレーデータサブセットのみになっている。

【0038】記録される時、トリックプレー中のインターフレーム符号化データが使用可能である。これは、特定のトリックプレー動作モードのフレームがテープから読み出される順番が予測可能となるからである。そのような場合に、各フレームを保持している時間が1フレーム期間であるトリックプレーデータ流を構成することが可能である。デコーダバッファアンダーフローを避けるため、充分なデータがテープから読み出される場合には、MPEG-2は、各フレームに対してエンコードされるべきPTSおよび/またはDTSを必要としない。すなわち、各フレームは、個々のPESバケット内にある。

【0039】しかし、トリックプレー動作の複数の異なる速度および/または方向に対して単一トリックプレーデータ組を使用する多重速度トリック再生動作の支持を容易にするため、PTSおよび/またはDTSは各フレームに含まれ、各フレームに対応するデータは個々のPESバケットに含まれることが望ましい。

【0040】一実施例においては、本発明のVTR記録回路100のビット流補正器109は、テープ回路210に記録されるトリックプレーデータ流が、PTSおよび/またはDTSを持つ単一PESバケット内に各フレームを含むことを保証する。

【0041】VTR再生回路が早送りまたは早戻しで動作するとき、その回路は、テープのトリックプレーセグ

10

20

30

40

50

メントから例えばトリックブレードデータを回復し、それをデコーダに送る。回復されるデータ量は、早送り／早戻し動作の場合には、ノーマル再生速度よりも速い再生速度の関数である。従って、記録され、テープから読み出されるトリックブレードデータが、例えば8倍速ノーマルの高速で再生する目的で記録する前にエンコードされた場合、および例えば18倍速ノーマルでプレーされる場合には、再生バッケットフィルタ218によって出力されるトリックブレードデータのデータ速度は、そのデータが最初にエンコードされたものとは異なることになる。従って、テープから読み出されるPRC、PTSおよび／またはDTS値は、再生速度がそのデータが最初にエンコードされた再生速度と異なっているときは補正されないことになる。

【0042】低速再生動作は、ノーマル再生速度よりも早い速度に関連するものに対して類似のデータ速度およびタイミング問題を与える。しかし、ノーマル再生速度よりも遅い間は、テープに記録されたノーマルブレードデータを読み出し、出力することが可能である。従って、低速再生動作中、VTRは、そのソースとして、抽出されたサブセットではなく、完全記録ノーマルブレードビット流を使用する。しかし、VTR再生回路は、それがエンコードされた速度よりも遅い速度で、それをデコーダに分配する。従って、表示フレームは1フレームよりも大きな保持および表示時間を持つので、テープから読み出されるPCRおよびPTS/DTS値は、遅速再生では不正確である。スローモーション再生デコード要求を容易にするため、ノーマルブレードデータは、各ノーマルブレードフレームに対応するデータが、エンコードされたPTSおよび任意にはDTSを有する独立のPESバッケット内に含まれるようにエンコードされるべきである。これは、ADTVビット流に対してグランドアライアンス(Grand Alliance 登録商標)ADTV仕様によって要求される抑制である。

【0043】本発明のVTR記録回路100のビット流補正器回路109およびVTR再生回路210のビット流補正器回路220について、早送り再生動作に対するトリックブレードデータの記録の検討から詳細に説明する。

【0044】データ選択回路108によってノーマルブレードビット流からトリックブレードデータを抽出すなわち選択した後、トリックブレードデータは、MPEG-2適合転送流中に戻されるべきである。この動作は、ビット流補正器回路109によって、VTR記録回路100において実行される。以下に述べるように、PCR値が発生され、トリックブレードデータのMPEG-2適合ビット流を生成するために要求されるとおり、データ選択回路108によって出力されるトリックブレード転送バッケット*

$$\text{PCRベース} = \text{PCR値} / 300 \text{ (整数)}$$

$$\text{PCRエクステンション} = \text{PCR値} / 300 \text{ の余り}$$

*の適合ヘッド中に挿入される。ビット流補正器回路109によって受信されるトリックブレードデータは、それがデコードされる速度でエンコードされないため、例えば、それがノーマルブレード動作に対してエンコードされ、早送り再生動作中にデコード動作に対してエンコードされ、早送り再生動作中にデコードされるため、MPEG-2適合を得るために、新しいPCR値は、トリックブレードデータ流に発生され、含まれなければならない。

【0045】例えば、18倍速早送りなど、特定の予め選択されたトリックブレード動作モードの長期平均データ速度は、テープ上のトリックブレードデータの記録パターンおよび早送り再生期待速度から合理的確かで予測され得る。

【0046】さらに、PCRは、例えば、PCR間のデータを転送するために必要な時間によって、100ミリ秒で離れた予め選択された間隔でMPEG-2ビット流に含まれ得る。そのPCRは、27MHzクロック信号および9ビットエクステンションの関数として、33ビットレジスタの増分に応答して通常発生される値である。9ビットPCRエクステンションは0から299までの値を持ち得るが、33ビットPCRベースは0から8, 589, 934, 591までのどれかの値を持ち得る。9ビットエクステンションは、27MHzシステムクロックの周期毎に増分され、299の値に達した後リセットされる。33ビットベースは、9ビットエクステンションがゼロ近くになるといつでも増分され、8, 589, 934, 591の量大値に達した後ゼロ近くになる。

【0047】PCRベースおよびPCRエクステンションは、PCRについての計算のため信号PCR値に結合され得る。これは、PCRベースに300を掛け、PCRエクステンション値を加算することによって実行される。

【0048】PCR値 = PCRベース * 300 + PCRエクステンション

その後、本発明によって、PCR値が8, 589, 934, 591 * 300 + 299近くをラップするという制限で、通常の計算が実行される。それは、もしPCR値が8, 589, 934, 591 * 300 + 299から増分されたならば、次の値が0であるということである。PCR値は、ビット流内でエンコードするため、PCRベース及びエクステンション中に逆に交換され得る。PCRベースは、PCR値を300で割り、小数点以下を落とし整数にすることによって計算される。また、PCRエクステンションは、PCR値を300で割った残りである。

【0049】

$$= \text{PCR値} - \text{PCRベース} \times 300$$

一般に、それは、PCR値及び重要であり初期PCR値即ちビット流内の開始点ではないその増分のシーケンスである。

【0050】予め選択されたトリックプレー動作モードの予測再生データ速度は知られているので、予め選択されたトリックプレー動作において特定量のトリックプレーデータをテープから回復させるために必要な時間もまた知られる。従って、トリックプレーデータのバケット間の、予め選択された再生モードにおける時間は、(データバケット間のデータ量/予め選択されたトリックプレー動作モードの転送データ速度)として計算される。100ms再生時間ごとに少なくとも1回デコーダがPCRを受信するように、PCRクロック基準信号を発生し、それをトリックプレーデータビット流に含ませることによって、MPEG-2に適合する。本発明によれば、テープに記録されるトリックプレーデータとともに含まれるPCRは、トリックプレー転送流が平均予測トリック再生データ速度で連続バケット流であるという仮定に基づいて発生される。

【0051】一実施例において、ビット流補正器109は、特定の動作モード中にデータをデコーダに転送するために必要な全ての予め選択されたms数のPCRを発生する。ここで、予め選択された数は、100未満であり、例えば50msである。そのような実施例において、データ選択回路108において出力されるデータ量はモニターされており、予め選択されたトリックプレー動作モードのデータ出力が、予め選択されたms数においてデコーダに転送される量にほぼ等しい量であるとき、ビット流補正器109によってPCRが発生され、ビット流中に挿入される。データ流中にPCRが挿入される点は、複数PCRがデータバケット中に挿入されるべき位置と正確には一致しないのでPCRは選択された点で正確に発生され挿入されないが、比較的そこに近い位置ではある。

【0052】そのような実施例においては、ビット流補正器回路109によって発生されたそれぞれ新しいPCR値は、前のPCR値に増分値をプラスしたものに等しい。

【0053】そのPCR値は、33ビットカウンタ・プラス・9ビットエクステンションの例を表す。PCR値は、27MHz速度で増分する。従って、トリック再生中、PCRは、27MHz速度で増分するように現われなければならない。よって、トリックプレー出力のデータ転送速度が知られている場合には、PCR値は計算され得る。例えば、PCR、及びPCR₂間の時間スパンは、デコーダに送られる速度によって割られた、PCR、及びPCR₂間のビット流内のデータ量である。PCR増分数は、この時間スパン倍の27メガ増分/秒である。従って、バイト/秒の転送速度によって割られた

PCR、以後発生されたバイト数倍の27,000,000プラスPCR₁値から計算され得る。

$$【0054】 \text{PCR}_2 = \text{PCR}_1 + (\text{PCR}_1 \text{ 以後のバイト} / \text{転送速度}) \times 27,000,000$$

MPEG-2において、PCRは、2つのPCR間のタイムスパンは、100ミリ秒より小さくなるように抑制される。従って、正確なPCRを発生する、別の方法は、100ミリ秒よりも小さいスパンTを拾い上げ、そのスパン即ちB=T×転送速度(バイト/秒)中に転送されるバイト数を計算することである。一度、Bバイトが発生されたならば、新たなPCRは、最初の機会に出力されるであろう。PCRはバケットヘッダにおいてエンコードされるので、それは最後のPCRから正確にBバイトで落ちない。従って、PCRがエンコードされるまでのB以後のバイト数は計数されなければならない。新たなPCR値は、転送速度で割られたBの余りバイト数の27,000,000増分/秒倍プラス旧PCR値プラスP=T×27,000,000である。

$$【0055】 \text{PCR}_2 = \text{PCR}_1 + P (B / \text{転送速度の余りバイト}) \times 27,000,000$$

上述のように、ビット流補正器109は、一実施例においては、各トリックプレーームを表すデータをPESバケット中にバッキングする働きをする。各PESバケットは、PESヘッダ内にPTSを含み、任意にはDTSを含む。一般に、殆どの適用においてBフレームがトリックプレーデータ流に含まれないことになる。そのようなケースでは、トリックプレーデータ流が内部符号化データDTS値のみを含むところは、PESヘッダに含まれる必要がない。

【0056】テープに記録されているトリックプレーデータ流において、次のPTS間の時間差は、前のフレーム(フレーム_{i-1})倍の所望出力速度の出力の保持時間、例えば各フレームを表示するための期間であるべきである。従って、現在のフレーム即ちフレームiに対するビット流補正器回路109によるPTS値の発生は、次式によって表わされ得る。

$$【0057】 \text{PTS}_i = \text{PTS}_{i-1} + (\text{保持時間フレーム}_{i-1}) \times 90 \text{ kHz}$$

ここでPTS_iは、現在のフレーム、フレーム_iを表わすデータに対して発生されるPTS値、PTS_{i-1}は、現在のフレームに先行するフレーム、即ちフレーム_{i-1}を表わすデータに対して発生されるPTS値、保持時間フレーム_{i-1}は、多くの標準フレーム時間としてフレーム_{i-1}が表示されるべき多数の時間を表わす。そして、90kHzは、ノーマルモードのVTR再生動作中の表現時間スタンプのクロック速度を表わす。

【0058】デコーダ内での同期喪失や画像破損を防止するために、トリック再生動作中の保持時間は、ノーマル再生動作フレーム期間の整数倍であることが好まし

い。例えば、フレーム $i-1$ の保持時間は、 $(N_{i-1} \times \text{フレーム期間})$ であり、ここで、 N_{i-1} は、フレーム $i-1$ が保持されるべきフレーム回数を表わす整数である。

【0059】フレーム $i-1$ の保持時間に対する上式に $(N_{i-1} \times \text{フレーム期間})$ を代入することにより、次式が得られる。

【0060】 $PTS_i = PTS_{i-1} + (N_{i-1} \times \text{フレーム期間}) \times 90 \text{ kHz}$

予め選択されたトリック再生動作モード中のトリックプレーフレームの所望の平均保持時間が、フレーム期間の整数倍ではない場合には、トリックプレーフレームの保持時間は、トリックプレーフレーム毎の所望の平均保持時間を得ることが困難となる。例えば、所望の平均保持時間が4.25フレーム期間である場合、連続する4フレームは、ビット流補正器回路109によってエンコードされ、その内の3フレームには4フレーム期間の保持時間を割り当て、1フレーム時間には5フレーム期間の保持時間を割り当てる。そのような場合には、4トリックプレーフレームの何倍かについての平均保持時間は、 $(17 \text{ フレーム} / 4 \text{ フレーム}) = 4.25 \text{ フレーム期間}$ である。

【0061】上述の方法において、本発明のVTR記録回路のビット流補正器回路109は、トリックプレーデータ流内のトリックプレーデータの各フレームに対してPCR及びPTS値を発生する。従って、その速度に対*

$$\begin{aligned} DR_{1.8} &= 25 \text{ ブロック/ロット} \times (376 \text{ バイト} / 5 \text{ ブロック}) \times \\ &150 \text{ 回転/秒} \times 18 \text{ 速度} / 18 \text{ 繰返し} \\ &= 282 \text{ キロバイト/秒} \end{aligned}$$

150回転/秒の回転速度、テープから読み出される5ブロック毎に376バイトのデータを仮定するとともに、繰返し速度に対する再生速度の比は1であるので、18速度再生動作中に複写データがテープから読み出さ*

$$\begin{aligned} DR_{8.5} &= 25 \text{ ブロック/ロット} \times (376 \text{ バイト} / 5 \text{ ブロック}) \times \\ &150 \text{ 回転/秒} \times 8.5 \text{ 速度} / 18 \text{ 繰返し} \\ &= 133.1667 \text{ キロバイト/秒} \end{aligned}$$

実効再生速度は8.5倍速の場合よりも小さいので、例えば、複写トリックプレーデータが読み出されるので、一定量の非複写トリックプレーデータを読み出し、デコーダに転送するために長い時間を要する。これは、実際の再生速度に対してデータがエンコードされた速度の比によって拡張されているテープから読み出される2つのPCR間に時間差を生じさせる。読み出されてようとした速度よりも小さいデータ速度で読み出されるPCRを補正するために、PCRは、次のようにして、実際のデータ速度に対してエンコードされたデータ速度の比によってスケールが行われる。

【0066】補正 $PCR_i = PCR_i \times [\text{エンコードされたトリックプレー速度} / \text{実際のトリックプレー速度}]$

上述の例に続いて、18倍速で読み出されるようにエンコードされたデータで、実際には8.5倍速で読み出さ

*してトリックプレーデータが記録された、トリックプレー動作の予め選択された早送り速度で、データがトリックプレー動作中にテープから読みだされると、MPEG-2 適合ビット流が存在することになる。

【0062】さて、VTR再生回路210のビット流補正器回路の220の動作について説明する。トリックプレーデータが、それがエンコードされた速度で読み出され、操作されるとき、クロック基準(PCR)及び時間スタンプは、デコード動作に対して正確であるべきである。そのような場合、VTRは、テープから読み出されたトリックプレーデータを、ビット流補正器220によって変調することなくデコーダに簡単に送ることが必要である。しかし、トリックプレー速度が、データがエンコードされた速度とは別のものである場合には、クロック基準値及び時間スタンプが決まることになる。

【0063】例えば、18倍のノーマル速度トリック再生動作に対して記録されたビット流を考慮する。トリックプレーのテープ上のデータは、記録時間に固定されるので、出力データ速度は、トリックプレー速度の関数である。データが、例えば、一組のヘッドの回転当たり25周期ブロックであり、かつ、18倍速位相ロックトリックプレーを容易にするために、例えば、18回繰り返される場合には、18倍速再生動作中のデータ速度($DR_{1.8}$)は、

*れないものと仮定する。

【0064】8.5倍トリック再生動作において、データ速度は以下のとおりである。

【0065】

れるデータの場合、補正PCRは、次のように計算される。

【0067】補正 $PCR_i = PCR_i \times 18 / 8.5$

テープから読み出されたPCR値から補正PCR値を計算する代替案として、27MHzシステムクロックを用いて新たなPCRが発注され、33ビットカウンタ及び9ビットエクステンションを駆動する。そのような実施例においては、ビット流補正器回路220が、テープから読み出されたトリックプレーデータ流内のPCRを、33ビットカウンタ及び9ビットエクステンションを、例えば100msまで離れている予め選択された間隔でサンプリングすることによって得られる値を置換する。

【0068】テープからデータが読み出される実際の速度と、データが読み出されるべくエンコードされたデータ速度の差は、PCR値についてと同様に、保持時間及

びPTS、DTS値についても影響を与える。例えば、1.8倍速再生で、フレームがNの保持時間を持つ場合には、そのフレームを8.5倍速でプレイさせるのに $(N \times 1.8 / 8.5)$ の保持時間を要する。従って、PTS及びDTSは、また、異なる再生速度の影響を考慮して調整されるべきである。補正PTSは、以下のようにして計算される。

【0069】補正 $PTS_i = PTS_i \times \{ \text{エンコードされたトリックプレー速度} / \text{実際のトリックプレー速度} \}$
例えば、データが1.8倍速で再生されるようにエンコードされ記録され、実際に8.5倍速で再生される場合、補正PTS値は、以下のとおりに計算される。

【0070】 $PTS_i \text{補正} = PTS_i \times 1.8 / 8.5$
そのようなスケーリング即ち補正動作の後補正PTS値がフレーム期間載せ椅子奪いになるように、それらの値を再度調整することが望ましい。これは、フレーム期間を何倍かする即ちノーマルプレイフレーム表示時間を作るために必要であるとき、各PTSを伸縮し、保持時間が積算されないよう保持時間の残りをトラッキングすることによって行われる。この動作を行うために、次のアルゴリズムがビット流補正器回路220によって使用される。

【0071】開始

残り = 0

繰返しを開始

$PTS \text{補正} = PTS \text{読み} \times \{ \text{エンコードされたトリックプレー速度} / \text{実際のトリックプレー速度} \}$

$PTS \text{調整} = \text{整数部} \{ PTS \text{補正} / \text{フレーム期間} \} \times \text{フレーム期間}$

残り = 残り + PTS補正 - PTS調整

もし、(残り > フレーム期間) ならば、

$PTS \text{調整} = PTS \text{調整} + \text{フレーム期間}$

残り = 残り - フレーム期間

次のPTSに対して繰り返す。

【0072】トリック再生動作が、トリックプレーデータが読み出されるべくエンコードされた速度よりも小さい速度で実行されると、例えば、上述の方法で、PTR及びPTS間の間隔が補正されるだけでなく、そのようなタイミング信号間の間隔も検査される。

【0073】もし、PCRが、テープ上に記録されるようにエンコードされた時に100ミリ秒間隔で話されている場合には、例えば、より小さなトリックプレー速度でデータを読み出す異によってその期間(duration)を長くすることにより、MPEG-2標準を侵すビット流がもたらされる。これは、データをデコードするため位相ロックグループ回路を使用するデコーダ性能に関係する問題を与える。MPEG-2最大間隔抑制がトリックプレーデータ流によって侵されないようにするため、一実施例においては、ビット流補正器回路220が新たなバケットをトリックプレーデータ流中に挿入し、PCR

間隔要求を満足させる。

【0074】この文章においては、PCRバケットの用語は、転送バケットの適合ヘッドにエンコードされるPCR値を含んでいるMPEG-2転送バケットを参照するために使用される。

【0075】MPEG-2に適合させるためビット流中に挿入される新たなPCRバケットは、全てのバケットペイロード(payload)を満たすように発生したPCRバケットの適合ヘッドをいっぱいにするることによってペイロードデータなし構築され得る。

【0076】余分なPCRバケットをトリックプレーデータ流に挿入することにより、トリックプレーデータ速度を僅かに増大させる。しかし、元のPCRから発生された調節PCRが、あたかもそれらの新しいPCRバケットが含まれていなかったかの如く、所定の時間に同一の相対位置で転送される限り、MPEG-2PCR間隔要求が満足されることを保証するために付加される新たなPCRバケットの付加の結果として、調節PCRを再度調節する必要はない。

【0077】殆どの場合、VTR再生回路210によって出力されるトリックプレーデータ流には、ヌル(NULL)バケットが付加され、それをノーマル再生データ流のデータ速度まで持ち込む。そのような場合、MPEG間隔要求を満足させるために付加されるPCRバケットは、例えばビット流補正器回路220によって、さもなければトリックプレービット流に付加されることになるNULLバケットの代わりに代入され得る。

【0078】PCR間の抑制に加えて、MPEGはPTS値に対して類似の間隔要求を有する。即ち、PTS値は、ビット流内で最大700ミリ秒の距離で離される。

【0079】しかし、デコーダの表現時間クロックは、デコードしている間27MHzシステムクロックにロックされているので、MPEG抑制の侵害がそれらの性能の検知からデコーダが受信ビット流をデコードするためにいかなる問題を与えられるかどうか明確ではない。

【0080】もし、MPEGPTS間隔抑制が満足されようとしていて、フレーム保持時間が700ミリ秒を超える場合には、必要なPTS間隔を得るために、ダミーPESバケットがトリックプレーデータバケット流中に挿入される。

【0081】本発明の一実施例によれば、所望のPTS間隔を維持するために挿入されるダミーバケットは、MPEGPTS最大間隔要求を満足するために適切なPTSを有する透過Pフレームとして構成される。この場合、透過Pフレームは、前のフレームからの予測から完全に構成されたフレームである。動きベクトル及び予測残余はゼロに設定され、その結果、デコードされたインターフレームは、前のフレームと全く同じである。

【0082】ダミーPESバケットの挿入によって、データ速度が増大するが、もし、PCR間隔が見だされな

ければ、ダミーPESバケットを挿入してもPCRを調節する必要はない。

【0083】ダミーPESバケットの発生を簡単にするため、一実施例においては、ビット流補正器回路220に結合された読み出し専用メモリ（ROM）が設けられており、ダミーPESバケットを一定数の輸送バケットとして表わすデータを記憶するために使用される。そのような実施例においては、ビット流補正器回路220は、それがダミーPESバケットをビット流に加算する必要があるとき、ROMに記憶されたダミーPESバケ

ット情報を使用する。

【0084】この適用において補正シナリオのそれぞれに対してPCR、PTS及びDTS値を補正即ち発生するために用いられる本発明の方法を表わすために、偽のコードが用いられる。

【0085】各適用に対して、2つの異なる実施例の偽のコードが与えられる、第1の実施例の偽コードは、テープから読み出されるPCR値が補正、例えば調整され、MPEG適合トリックプレーデータ流を発生するために使用されるものと仮定する。他方、第2の実施例の偽のコードは、ビット流補正器に回路よってPCRカウンタが使用され、新たなPCR値を発生し、それはその後テープから読み出されたPCR値を有するトリックプレービット流に挿入されるものと仮定する。

【0086】第2の実施例において、ビット流補正器回路220の入力に供給されるPCR値は、もしあるとするなら、それは補正されるのではなく切捨てられる。所望の場合には、第1と第2の実施例は結合され得る。そして、第1の実施例は、PCRがビット流補正器回路220に供給されるビット流に現われるときに使用され、第2の実施例は、PCRがビット流補正器回路220に供給されるビット流から無くなるときに使用される。

【0087】2つの異なる実施例において、トリック再生動作の早送りモード中にテープから読み出されるビット流を補正するため、2つの異なる実施例で本発明のビット流補正器回路220によって実行されるビット流補正動作を表わす偽のコードは、以下の通りである。

【0088】早送りのビット流補正一実施例1

もし、 $(FF出力速度 = エンコードされたビット流速度)$ ならば
ビット流をプレーアウト
そうでない場合
 $スケーリング係数 = エンコードされたTP速度 / 実際のTP速度$
残り = 0

（各バケットに対して）

もし、（バケットがPCRを含む）ならば

$PCR = スケーリング係数 \times PCR$ に設定

もし、（最終PCR以後100ms）でなければPCRを持つ新たなバケットを挿入

「if」終了

もし、（バケットがPTSを含む）ならば

新たなPTS = スケーリング係数 \times PTS

調整したPTS = （新たなPTS / フレーム期間）よりも小さい

最大整数 \times フレーム期間

残り = 残り + 新PTS + 調整PTS

もし、（残り > フレーム期間）ならば

調整PTS = 調整PTS + フレーム期間

「if」終了

設定PTS = 調整PTS

もし、（最終PTS以後700ms）でなければPTSを持つダミーフレームを送る。

【0089】「if」終了

バケットを出力

「for」終了

「if」終了

早送りのビット流補正一実施例2

PCRカウンタを初期化

PCRを持つ新バケットを挿入

PTS評価 = PCR + 第1画像の評価遅延を初期化

（各バケットに対して）

もし、（最終PCR以後100ms）ならば現PCRカウンタを持つ新バケットを挿入

「if」終了

もし、（バケットがPTSを含む）ならば

PTS = 現PTS評価に設定

「if」終了

もし、（最終PTS以後700ms）ならばPTSを持つダミーフレームを送る。

【0090】「if」終了

バケットを送る。

【0091】PCRカウンタを更新

PTS評価を更新

「for」終了

ここで、上記偽のコードにおいて、新PTS—テープから読み出されるPTSをスケーリングすることによって計算される補正PTSの見積り。

【0092】調整PTS—フレーム期間に入るようにして調整された補正PTS

PCRカウンタ初期化—開始点としてPCR値を何れかの規定MPEG-2 PCR値に設定する動作を表わす。

【0093】PTS評価を初期化—第1フレームを送るため、見積時間の関数として、PTSを、PCRベースと時間遅延の加算値に初期化する動作を表わす。

【0094】第1フレームの遅延—第1フレームをデコーダへ送るため、見積時間を表わす、PTS増分の時間遅延。

【0095】PCRの更新—27MHzクロックの関数

として、PCRベースとエクステンションを増分する動作を表わす。

【0096】PTSの更新—90KHzクロックとフレーム期間の関数として、PTSを増分する動作を表わす。

【0097】早戻し動作の場合におけるビット流補正器回路220の動作について、説明する。テープに記録されるトリックプレーデータに対して、それが読み出され、早送りプレーに使用されるものと仮定する。また、トリック再生動作の早送り、早戻しの両モードに使用されるものと仮定する。PCR、PTS及びDTSの計数方向は逆再生動作に対して逆向きにされる必要がある。

【0098】再生バケットフィルタ218中に組み込まれた1以上のリバーサルバッファは、例えば、順方向動作に対して、記録されたデータが読み出され逆再生動作に使用されるとき、逆トリックプレー動作中にテープから読み出される順序を逆にするなど、再度順序付けをする働きをする。

【0099】逆動作中に読み出される順方向動作に対して記録されたデータの場合、データがテープから読み出されるとPCRはカウントダウンし、それはカウントアップするために逆転される必要がある。これは、テープから読み出されたPCRを例えば、両方とも27MHzクロックの関数として発生される33ビットカウンタ値及び9ビットエクステンションを用いて発生される新たなPCR値と置き換えることによって行われる。代替案として、新PCRは、元のPCRが早送り再生中の先行データ速度及び記録データ量に基づいて計算されたという知識を用いて、テープから読み出される元のPCRの関数として発生される。フレームデータは、逆プレーでは逆向きにされるので、順方向再生に対して記録されたPCR及びテープから読み出され、逆再生動作中にデコーダに送られるPCR間の簡単な関係を必ずしも必要としていない。

【0100】また、逆再生動作に使用されるデータが、順方向再生動作中に使用されるよう記録されたとき、逆プレーのPTSが補正されなくてはならない。

【0101】本発明の一実施例においては、早戻しプレーのPTSは、次式を用いてビット流補正器回路220によって計算される。

【0102】 $PTS_{補正i} = PTS_{補正i-1} + (PTS_{旧i-2} - PTS_{旧i-1})$

ここでPTS補正_iは、発生PTS値のシーケンス内のi番目のPTS値の補正PTS値、PTS補正_{i-1}は、発生PTS値のシーケンスのi番目のPTS値に先行するPTSの補正PTS値、ここで、PTS_{旧i-2}及びPTS_{旧i-1}は、テープから読み出されたi個のPTS値のシーケンスにおける、それぞれ(i-2)及び(i-1)個のPTS値に対応する。

【0103】早送り動作のために記録されたデータを使

用する早戻し再生動作中にPCR及びPTS値を補正するための、本発明の2つの異なる実施例を述べている偽のコードについて以下に説明する。第1の実施例は、テープから読み出されたPCR値を補正するものであり、第2の実施例は、テープから読み出された値とは独立に、PCR値を発生するものである。

【0104】早戻しのビット流補正—実施例1

PCRカウンタを初期化

スケーリング係数=エンコードされたTP速度/実際のTP速度

残り=0

逆PTS=PCR+第iを持つ新バケットを挿入

PTS見積=PCR+フレームの遅れを初期化

(各バケットに対して)

もし、(バケットがPCRを含む)ならば

PCR=最終PCR+最終PCR以後のデータ量/データ速度を設定

もし、(最終PCR以後100ms)でなければPCRを持つ新バケットを挿入

「if」を終了

もし、(バケットがPTSを含む)ならば

新PTS=スケーリング係数×PTS

調整PTS=(新PTS/フレーム期間)×フレーム期間よりも小さい最大整数

残り=残り+新PTS-調整PTS

調整PTS=調整PTS+フレーム期間

残り=残り-フレーム期間

「if」を終了

逆PTS=最終逆PTS+旧PTS₂-旧PTS₁

旧PTS=旧PTS₁

旧PTS₁=調整PTS

PTS=逆PTSを設定

もし、(最終PTS以後700ms)でなければPTSを持つダミーフレームを送る。

【0105】「if」を終了

バケットを出力

「for」を終了

早戻しのビット流補正—実施例2

PCRカウンタを初期化

PCRを持つ新バケットを挿入

PTS見積=PCR+第1画像の見積遅延を初期化

(各バケットに対して)

もし、(最終PCR以後100ms)ならば現在のPCRカウンタを持つ新バケットを挿入

「if」を終了

もし、(バケットがPTSを含む)ならばPTSを持つダミーフレームを送る

「if」を終了

バケットを送信

PCRカウンタを更新

PTS見積を更新

「for」を終了

ここで、上記偽のコードにおいて逆PTS初期化-逆処理の初期PCR値を用いて初期化される逆PTSカウンタの値、及び第1フレームをデコーダに送るために必要な見積時間に対応する遅れの初期化。

【0106】旧PTS1 - この変数は、先行する最終補正PTS値を表わす。それは、現在のPTSからフレームをデコーダに送るための見積時間を差し引いたものとして初期化される。

【0107】遅送りのためのビット流補正-実施例1
スケーリング係数を(1/実際の速度)と設定する。

【0108】剰余を0と設定する。

【0109】各パケットについて、以下を繰り返す。

【0110】もし、パケットがPCRを含んでいるならば、PCRを(スケーリング係数×PCR)と設定する。

【0111】もし、パケットがPCRを含まず、最新のPCRから100ms経過しているならば、PCRに新たなパケットを挿入する。

【0112】もし、パケットがPTSを含んでいるならば、新PTSを(スケーリング係数×PTS)と設定し、補正PTSを、(新PTS/フレーム時間)を越えない最大整数×フレーム時間と設定し、剰余を、(剰余+新PTS-補正PTS)と設定し、もし、剰余がフレーム時間を上回るならば、補正PTSを、(補正PTS+フレーム時間)と設定し、剰余を、(剰余-フレーム時間)と設定し、設定PTSを補正PTSと設定する。

【0113】もし、パケットがPTSを含まず、最新のPTSから700ms経過しているならば、PTSにダミーフレームを送る。

【0114】パケットを送出する。

【0115】遅送りのためのビット流補正-実施例2
PCRカウンタを初期化する

PCRに新たなパケットを挿入する

PTS推定を(PCR+第一画像に関する推定遅延)として初期化する

各パケットについて以下を繰り返す。

【0116】もし、最新のPCRから100ms経過しているならば、現在のPCRカウンタに新たなパケットを挿入する。

【0117】もし、パケットがPTSを含んでいるならば、PTSを現在の推定PTSとして設定する。

【0118】もし、最新のPTSから700ms経過しているならば、PTSにダミーフレームを送る。

【0119】パケットを送出する。

【0120】PCRカウンタを更新する。

【0121】推定PTSを更新する。

【0122】ノーマルあるいは低速度での反転再生操作

モード中にテープから読み取られたPTR、PTSおよびDTS値の補正について、以下説明する。

【0123】ノーマルプレービット流の反転再生は、それが普通速度あるいはそれ以下の低速度であっても、PCR、PTSおよびDTS値の補正に関して、様々な問題を伴うものである。ビット流が、内部符号化フレーム、例えば、BフレームあるいはPフレームを含む場合には、もし符号化が順方向になされる時のみ、これらフレームは正しく符号化される。ビデオ再生回路は、グループの画像(GOP)をバッファに蓄え、それをデコーダに送り出すが、デコーダでは、反対にいくつかの制御信号が欠落するために、順方向の時間順序にフレームを与える。

【0124】ノーマル速度あるいは低速度での反転再生操作を重視した、より好適な方法としては、逆順序にフレーム内符号化されたフレームを再生し、フレーム間符号化されたフレームをトリック再生ビット流から除去する方法がある。このような実施例では、VTR再生回路210は、例えば、再生パケットフィルタ218に組み込まれた逆方向バッファを用いて、テープから読み出されたIフレームをバッファに蓄え、次に、Iフレームを構文的に順方向にデコーダに送出する。しかし、この方法は、標準的なデコーダによって符号化できるMPEG適合のビット流を生成できるという利点がある。もし、フレーム間符号化フレームあるいは領域が、透過性であるならば、例えば、PフレームあるいはBフレームなどのフレーム間符号化データは、反転して用いることができる。このように、もしIフレーム再生ではなく順次再生符号化法を用いるならば、ビット流補正回路220に、トリックプレービット流中のフレーム間符号化マクロブロックをスキップされたマクロブロックあるいは透過性のマクロブロックによって置き換えさせることによって、逆方向の(再生)操作が可能となる。

【0125】逆方向のプレーに関するPCR値は、再生時にカウンタを工藤するための27MHz信号を用いて生成されるか、ノーマル速度あるいは低速度での操作の間にデコーダに送られるデータの転送レートとデータ量を計算することによって生成される。GOP構造が不明であるならば、保持時間は、GOPの大きさの関数とはならないために、PTS値を正確に符号化することはおそらく不可能となる。このように、この場合は、ビデオ再生回路210には、おそらく、デコーダにある状況でアンダーフローをバッファに格納させ、アンダーフロー条件を扱うためのデコーダによる補正応答に依存するようにさせなければならない。

【0126】本発明の互いに異なる2つの実施例に対応し、ノーマル速度あるいは低速度での操作の間にPCRおよびPTS値を補正するための疑似コードについて、以下説明する。第1の実施例は、テープから読み出したPCR値を用い、これに対し、第2の実施例は、全く新

しいPCR値を生成するものである。

【0127】低速度あるいはノーマル速度での逆方向ブ
レーのためのビット流補正一実施例1

PCRカウンタを初期化する。

【0128】剰余を0と設定する。

【0129】逆PTSを（PCR+第1フレームのための遅延）として初期化する。

【0130】各バケットについて、以下を繰り返す。

【0131】もし、バケットがPCRを含んでいるならば、PCRを（最新のPCR+最新のPCR以降のデータ量/データ速度）と設定する。

【0132】もし、バケットがPCRを含まず、最新のPCRから100ms経過しているならば、PCRに新たなバケットを挿入する。

【0133】もし、バケットがPTSを含んでいるならば、新PTSをPTSと設定する。

【0134】補正PTSを、（新PTS/フレーム時間）を越えない最大整数×フレーム時間と設定し、剰余を、（剰余+新PTS-補正PTS）と設定し、もし、剰余がフレーム時間を上回るならば、補正PTSを、（補正PTS+フレーム時間）と設定し、剰余を、（剰余-フレーム時間）と設定する。

【0135】逆PTSを、（最新の逆PTS+旧PTS2-旧PTS1）と設定する。

【0136】旧PTS2を、旧PTS1と設定する。

【0137】旧PTS1を、補正PTSと設定する。

【0138】PTSを逆PTSと設定する。

【0139】もし、バケットがPTSを含まず、最新のPTSから700ms経過しているならば、PTSにダミーフレームを送る。

【0140】バケットを送出する。

【0141】低速度あるいはノーマル速度での逆方向ブ
レーのためのビット流補正一実施例2

PCRカウンタを初期化する

PCRに新たなバケットを挿入する

PTS推定を（PCR+第一画像に関する推定遅延）として初期化する

各バケットについて以下を繰り返す。

【0142】もし、最新のPCRから100ms経過しているならば、現在のPCRカウンタに新たなバケットを挿入する。

【0143】もし、バケットがPTSを含んでいるならば、PTSを現在の推定PTSとして設定する。

【0144】もし、最新のPTSから700ms経過しているならば、PTSにダミーフレームを送る。

【0145】バケットを送出する。

【0146】PCRカウンタを更新する。

【0147】推定PTSを更新する。

【0148】逆方向の再生操作では、前向き再生のために記録されたビット流が、逆向き再生のためのデ

ータ源として用いられる時には、フレームは、デコーダに送り出されるべき順序に従って読み出されないため、再生操作が低速度、ノーマル速度あるいは高速度のいずれであろうとも、バッファ処理に関する問題が生じる。逆向き操作の間に正しい構文順序で出力されるデータに関して、そのデータによって表されるマクロブロックは、左から右に向かって符号化され、上から下に向かってスライス化されなければならない。前向きの再生操作のために記録され、逆向きの順序でテープ上から読み出されるデータは、正しい（配列）順序を有することにはならない。従って、各フレームを表すデータは、すべてのフレームデータが読み出されるまで、バッファに格納されなければならない。さらに、このデータは、前向きの順序に再度配列を整えられ、デコーダに送り出されることが可能となる。ビデオ再生回路は、現在の逆転されたフレームがデコーダに送出されるのに合わせながら、新しいデータを読み込むため、本発明に従って、各々は最大のフレームを格納するのに十分なバッファサイズを有する2つのフレームバッファを構成し、逆向きの再生操作のために、ピンポン（伝送）方式で、一方のバッファからデータを読み出し、このデータを他方のバッファに蓄えるように用いられる。

【0149】ビデオ再生回路210、例えば、ビット流補正回路220は、テープ上から読み出したビット流を走査することにより、PCR、PTSおよびDTSを検出することができるようになる一方、ビット流補正回路220にとっては、PCR、PTSおよびDTSを搬送するトリックブレイバケットが、例えば、記録時にマークされた情報によって、識別されるならば、PCR、PTSおよびDTSを検出することがより簡単になる。

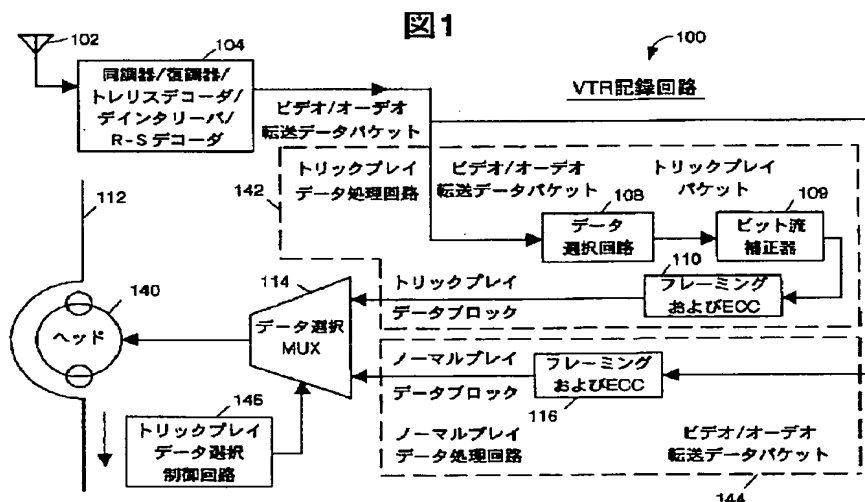
【0150】従って、本発明の一実施例によれば、PCR、PTSあるいはDTSを含むトリックブレイデータバケットは、トリックブレイ同期情報、例えば、データ、ブロックを識別するための同期化ブロックヘッダを付加することによって記録することに先だって、ビット流補正回路109によってマーク付けされる。あるいは、これらのトリックブレイデータバケットは、テープ上にトリックブレイデータバケットを記録することに先立ち、拡張されたバケットヘッダを付加することにより、マーク付けされる。この拡張バケットヘッダは、伝送バケットに付随するものであり、該当するバケットがPCR、PTSあるいはDTSを含んでいることを示す情報である。後者の場合には、付加されたバケットヘッダは、特にPCR、PTSもしくはDTSを含み、付随する伝送バケットを識別するものとなる。

【0151】高速での逆転再生については、もし（全てのヘッダを含む）トリックブレイフレームが、テープ上のトリックブレイデータの位置に適合するように、例えば、単一のフレーム長さが、ヘッドの回転数を表す所定の整数に一致するように、構成されれば、逆向きのバッ

ここで、 $1/N$ は、本発明による様々な実施例において、PCR、PTSおよびDTSを調整するために用いられるスケーリング係数である。

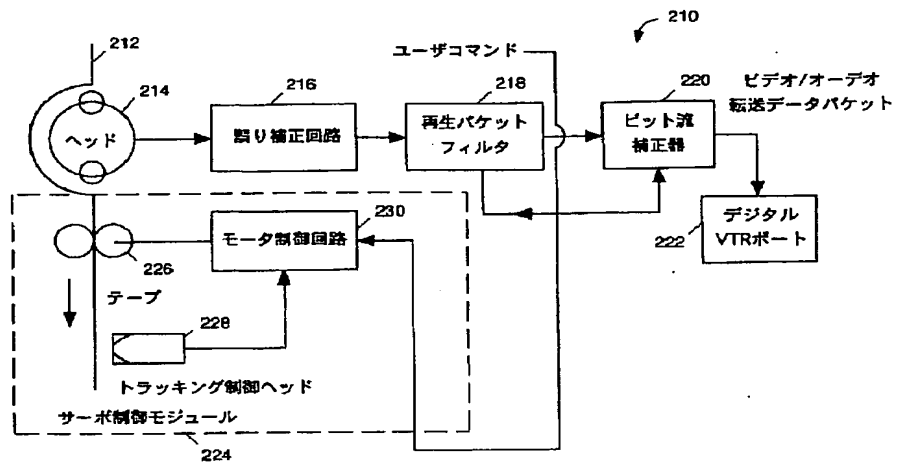
100 ビデオテープ記録回路、102 アンテナ、104 R-Sデコーダ、109 ビット流補正器回路、110 ECC回路、112 テープ、114データ選択マルチプレクサ、116 ECC回路、140 ヘッド、142トリックプレーデータ処理回路、144 ノーマルプレーデータ処理回路、210 VTR再生回路

【図 1】



【図2】

図2



【外国語明細書】

1. Title of Invention

METHODS FOR MONITORING AND MODIFYING A TRICK PLAY DATA
STREAM TO INSURE MPEG COMPLIANCE

2. Claims

1. A method of processing a bitstream comprising the steps
of:

receiving a first bitstream including video data,
the video data including first PCRs;

reading the first PCRs included in the first
bitstream;

calculating second PCRs from the first PCRs; and
generating a trick play bitstream from the first
bitstream by replacing the first PCRs with the second PCRs.

2. The method of claim 1, further comprising the steps of:

determining the spacing of PTSS in the trick play
bitstream as a function of display time, where display time
corresponds to the time used to display data in the trick
play bitstream;

generating a PTS whenever the spacing of PTSS in
the trick play bitstream exceeds 700 ms; and

inserting each generated PTS into the trick play
bitstream.

3. The method of claim 2,

wherein the generated PTS is included in a dummy
PES packet.

4. The method of claim 3, further comprising the steps of:
recording the trick play bitstream on a tape in
tape locations from which data is read during trick play
operation of a playback device.
5. The method of claim 2, further comprising the steps of:
generating the first bitstream by reading data
from a tape; and
supplying the trick play bitstream to a video
decoder.
6. The method of claim 1,
wherein the first bitstream was encoded to be
displayed at a first data rate and the trick play bitstream
is to be displayed at a second data rate, and
wherein the step of calculating the second PCRs
from the first PCRs is performed as a function of the ratio
of the first and second data rates.
7. The method of claim 6,
wherein the first bitstream includes first PTSS;
and
wherein the step of generating the trick play
bitstream includes the steps of:
generating second PTSS from the first PTSS; and
replacing the first PTSS with the second PTSS.

8. The method of claim 7, wherein the second PTSs are generated as a function of the ratio of the first and second data rates.

5 9. A method of processing a bitstream comprising the steps of:

receiving a normal play bitstream including video data;

generating a trick play bitstream by selecting a
10 subset of the video data included in the normal play bitstream for use during a preselected mode of video player trick play operation;

monitoring the amount of data included in the trick play bitstream;

15 generating a PCR value each time the amount of data included in the trick play bitstream approximates a preselected amount of video data, the preselected amount of video data representing the maximum amount of data that can be transferred to a decoder during the preselected mode of
20 video player trick play operation in a 100 ms time period.

10. The method of claim 9, wherein the method further comprises the steps of:

driving a 33 bit counter as a function of a 27 MHz
25 clock signal;

generating the PCR value as a function of the

value stored in the 33 bit counter; and

inserting the PCR value into the trick play
bitstream.

5 11. The method of claim 9, wherein the trick play bitstream
includes at least one transport packet representing a first
frame, the method further comprising the steps of:

generating a first PTS value as a function of an
estimated delay period associated with decoding the first
10 frame; and

including the generated PTS value in the at least
one transport packet representing the first frame.

12. The method of claim 9, wherein the trick play bitstream
15 includes transport packets which include a PTS, the method
further comprising the steps of:

detecting PTSs included in the trick play
bitstream;

determining if the time period between PTSs, in
20 terms of display time, exceeds a preselected time period
less than or equal to 700 ms; and

upon determining that the time period between PTSs
exceeds the preselected time period, generating and
inserting into the trick play bitstream data including a PTS
25 and representing a transparent inter-coded frame.

13. The method of claim 12, wherein the transparent inter-coded frame is a P-frame represented in the trick play data stream by a PES packet including the PTS.
- 5 14. The method of claim 13, further comprising the step of:
recording the trick play bitstream on a tape in locations from which data is read during the preselected mode of video player trick play operation.
- 10 15. The method of claim 9, further comprising the step of:
generating a series of identification bits that identify transport packets that include PTS values; and
recording the identification bits and the
15 transport packets which include PTS values on a tape in locations from which data is read during the preselected mode of video player trick play operation.
16. A video playback method comprising the steps of:
20 generating a first bitstream by reading data from a data storage device;
receiving the first bitstream and measuring the amount of received data;
generating a PCR value each time the amount of
25 received data approximates a preselected amount of video data, the preselected amount of video data representing the

maximum amount of data that can be transferred to a decoder during a preselected mode of playback device operation in a 100 ms time period.

- 5 17. The method of claim 16, wherein the method further comprises the steps of:

driving a 33 bit counter as a function of a 27 MHz clock signal;

- generating the PCR value as a function of the
10 value stored in the 33 bit counter; and

inserting the PCR value into the first bitstream to generate a second bitstream.

18. The method of claim 16, wherein the second bitstream
15 includes at least one transport packet representing a first frame, the method further comprising the steps of:

generating a first PTS value as a function of an estimated delay period associated with decoding the first frame; and

- 20 including the generated PTS value in one of the at least one transport packet.

19. The method of claim 16, wherein the second bitstream includes transport packets including PTSs, the method
25 further comprising the steps of:

detecting the PTSs included in the trick play

bitstream;

determining if the time period between PTSS, in terms of display time, exceeds a preselected time period less than or equal to 700 ms; and

5 upon determining that the time period between PTSS exceeds the preselected time period, generating and inserting into the trick play bitstream data, including a PTS, representing a transparent inter-coded frame.

10 20. The method of claim 19, wherein the transparent inter-coded frame is a P-frame represented in the trick play data stream by a PES packet including a PTS.

21. The method of claim 16,

15 wherein the first bitstream includes a first codeword and a second codeword, the first and second codewords corresponding to different portions of an intra-coded frame;

20 wherein the step of receiving the first bitstream and measuring the amount of data received includes the steps of:

 receiving the first codeword prior to receiving the second codeword;
 storing the first codeword in a buffer;
25 outputting the second codeword to a decoder; and
 outputting the first codeword stored in the buffer

to the decoder after outputting the second
codeword.

22. A method of recording data packets on a storage medium,
5 one or more of the data packets including PCR, PTS or DTS
values, the method comprising the steps of:

generating a series of identification bits that
identify the data packets that include PCR, PTS or DTS
values; and

10 recording the identification bits and the data
packets on the storage medium.

23. The method of claim 22, further comprising the steps
of:

15 generating an extra packet header for each of the
data packets which include PCR, PTS or DTS values; and

including the identification bits in the extra
packet headers.

20 24. The method of claim 22, further comprising the step of:

arranging the data packets into trick play data
blocks; and

including the identification bits in a trick play
data block header.

25 25. A method of recording trick play data on a storage

medium including the steps of:

generating information identifying the data rate
for which the trick play data was encoded to be played back
at; and

5 recording the trick play data on the storage
medium; and

 recording the generated information as auxiliary
data on the storage medium.

10 26. A video device, comprising:

 a data selection circuit for selecting a subset of
data included in an MPEG-2 compliant normal play bitstream
for use during video device trick play playback operation;
and

15 bitstream corrector circuit means coupled to the
data selection circuit, for modifying the selected subset of
data to generate an MPEG-2 compliant bitstream of trick play
data.

20 27. A video playback device, comprising:

 a set of heads for reading data from a digital
storage medium during any one of a plurality of trick play
modes of operation; and

25 a bitstream corrector circuit, coupled to the set
of heads, for modifying a stream of data read from the
digital storage medium during one of the plurality of trick

play modes of operation to generate an MPEG-2 compliant stream of trick play data.

3. Detailed Description of Invention

Field of the Invention

The present invention is directed to video recording and playback devices and, more particularly, to methods for insuring that a trick play data stream, e.g., a stream of data used for fast forward or reverse playback operation, complies with preselected data standards.

Background of the Invention

The use of digital, as opposed to analog signals, for television broadcasts and the transmission of other types of video and audio signals has been proposed as a way of allowing improved picture quality and more efficient use of spectral bandwidth over that currently possible using analog NTSC television signals.

The International Standards Organization has set a standard for video data compression for generating a compressed digital data stream that is expected to be used for digital

television and with digital video tape recorders (VTR's).
This standard is referred to as the ISO MPEG (International
Standards Organization - Moving Picture Experts Group)
("MPEG") standard. One version of the MPEG standard, MPEG-
5 2, is described in the International Standards Organization
- Moving Picture Experts Group, Recommendation H.222.0,
ISO/IEC 13818-1 "Information Technology - Generic Coding Of
Moving Pictures and Associated Audio" dated Nov. 13, 1994,
("the ISO 13818-1 International Standard") hereby expressly
10 incorporated by reference.

The MPEG-2 Systems layer, which is the syntax and semantics
for the transport packetization and multiplexing of an MPEG-
2 bitstream, also referred to as a data stream, is described
15 in detail in the ISO 13818-1 International Standard. The
MPEG-2 systems layer carries within it a program clock
reference (PCR) of the system clock for each program in a
multiplex of programs being transmitted. The PCRs are used,
e.g., at decoding time, e.g., by a phase locked loop circuit
20 to synchronize a decoder system clock to the system clock of
an encoder originally used to generate the bitstream being
decoded. The MPEG-2 systems layer also includes a
presentation time stamp (PTS) and may include a decoding
time stamp (DTS). The PTS and DTS values are samples of the
25 PCR value divided by 300. The PTS and DTS values indicate
the time at which a particular frame represented by data in
the bitstream is to be displayed or decoded, respectively.
The PCR, PTS and DTS values included in a bitstream allow a
decoder to correctly decode the bitstream thereafter display
30 the video and/or audio of, e.g., a television program
represented by the bitstream.

As part of the MPEG-2 standard, constraints are placed on
the timing information which must be included in an MPEG-2
35 bitstream. In particular, MPEG-2 requires that the duration

between two subsequent encodings of PCR signals must not exceed 100 msec in time, where the time is measured in terms of the time required to transfer the data, and the duration between two subsequent encodings of the PTSs must not exceed
5 700 msec., where the time is measured in terms of display time.

Thus, the MPEG standard provides various constraints, e.g., signal timing requirements, that are intended to insure that
10 a bitstream can be decoded and displayed properly.

It is expected that digital VTR's which record MPEG encoded video bitstreams will have special areas on a tape in which trick play data, i.e., data intended to be displayed during
15 one or more modes of VTR trick play operation such as fast forward and reverse, is recorded. The trick play data may be video data extracted at recording time from a received bitstream, e.g., from data intended to be displayed during periods of normal VTR playback operation. During trick
20 playback operation trick play data will be read from a tape by the VTR and output to a decoder for trick playback decoding.

For the trick play data recorded on the tape to be fully
25 MPEG-2 compliant, e.g., for it to form a syntactically legal MPEG transport bitstream when read, it must be encoded prior to recording assuming a certain playback speed.

If a VTR uses trick play data recorded assuming a certain
30 playback speed, e.g., assuming 4x fast forward playback operation, for display during an additional mode of trick playback operation, e.g., at 2x fast forward, the recorded PCR, PTS and DTS values will not be correct for the
additional mode of VTR operation.

35

In such a situation, i.e., where data was recorded assuming one playback speed, and the data is read back at another playback speed, there is a need to correct the PCR, PTS and DTS values read from the tape to produce an MPEG-2 compliant bitstream which can be decoded and displayed, e.g., by an MPEG compatible decoder and display device such as a television set attached to a VTR.

Accordingly, there is a need for methods of recording data in a manner that facilitates its subsequent reading and decoding into an MPEG compliant bitstream, and for correcting the timing information contained in a bitstream, e.g., a trick play data bitstream, so that it conforms to MPEG standards during, e.g., trick playback operation.

Summary of the Present Invention

The present invention is directed to video recording and playback devices and, more particularly, to methods for insuring that a trick play data stream, e.g., a stream of data used for fast forward or reverse playback operation, complies with preselected data standards and in particular the MPEG-2 standard.

In accordance with the present invention, various methods are described for generating PCR, PTS and DTS values for a trick play data stream generated from a normal play data stream. The described methods include generating new PCR, PTS and DTS values as a function of the trick play speed at which the data is intended to be read back.

Circuits and methods for correcting PCR, PTS and DTS values read from a tape during trick playback operation are also disclosed. The disclosed methods are directed to generating new PCRs, PTSs and DTSS to provide an MPEG-2 compliant bitstream.

The methods and apparatus of the present invention for recording trick play data, and processing trick play data that is read back at a speed or direction of video play back device operation other than the speed or direction for which it was encoded to be read back at are described in the context of a video tape recorder. However, they are also applicable to other storage medium which support trick play operation including, e.g., compact discs. Furthermore, it is to be understood that the general techniques disclosed for adjusting timing stamps, e.g., PCRs and PTS, and timing stamp spacing, in accordance with the present invention, may be used to insure compliance with digital recording standards other than MPEG-2.

Detailed Description

The present invention is directed to methods and apparatus for insuring that a bitstream recorded on and read from a storage device, e.g., a tape, will comply with preselected data standards, e.g., the MPEG-2 data standard. The bitstream may be, e.g., a trick play bitstream comprising data representing frames to be displayed during fast forward or reverse modes of playback device operation.

Referring now to Fig. 1, there is illustrated a video tape recording (VTR) circuit 100 implemented in accordance with one embodiment of the present invention. While the

recording circuit 100 of the present invention is shown, for purposes of illustration, as a VTR recording circuit, it is to be understood that the recording and playback circuits of the present invention can be used with a host of recording mediums including, e.g., optical disks.

The VTR recording circuit 100 comprises an antenna 102 for receiving a signal, e.g., a television signal, and a tuner/demodulator/trellis decoder/deinterleaver and R-S decoder circuit 104 for generating a digital bitstream from the received signal. The digital bitstream output by circuit 104 includes, e.g., video/audio transport data packets which are supplied to the input of a trick play data processing circuit 142 and a normal play data processing circuit 144.

The trick play data processing circuit 142 is responsible for selecting a subset of the received data for use during one or more VTR modes of trick play operation, e.g., fast forward and reverse modes of operation. The trick play data selection operation is performed using any one of a plurality of data selection techniques which can be implemented by the trick play data selection circuit 108. The trick play data selection circuit 108 outputs the transport data packets, referred to as trick play data packets, and supplies them to the input of a bitstream corrector circuit 109. As will be discussed below, the bitstream corrector circuit 109 operates in accordance with the present invention to modify existing PCR, PTS and/or DTS signals, or to generate new PCR, PTS and/or DTS values associated with the trick play data packets output by the trick play data selection circuit 108, in accordance with the present invention, to insure that the trick play data will produce an MPEG-2 compliant bitstream when read back from the tape during at least one mode of VTR trick play

operation.

5 The trick play bitstream, with the corrected or newly generated PCR, PTS and/or DTS signals output by the bitstream corrector circuit 109 are supplied to a framing and ECC circuit 110 which is responsible for arranging the trick play transport data packets into, e.g., trick play data blocks and groups of trick data blocks for which ECC bits are generated. The trick play data blocks and ECC bits
10 are output by the framing and ECC circuit 110 and supplied to the first input of a data select multiplexer (MUX) 114.

The normal play data processing circuit 144, like the trick play data processing circuit 142, receives video/audio
15 transport data packets as its input. The received data packets are supplied to the input of a framing and ECC circuit 116 which arranges the received data packets into normal play data blocks and generates error correction (ECC) bits for each of the normal play data blocks. The normal
20 play data blocks and ECC bits are output by the framing and ECC circuit 110 and supplied to a second input of the data select MUX 114.

25 It should be noted that the ECC bits for the normal and trick play data blocks can be incorporated therein.

The data select MUX 114 is controlled, by a trick play data select control circuit 146, to output either the trick play data blocks or the normal play data blocks, as a function of
30 the position of a set of heads 140 over a tape 112. When a recording head is over a tape location which has been allocated for the storage of trick play data, the data select MUX is controlled to output trick play data blocks which are supplied to the set of heads 140. However, when a
35 recording head is over a tape location allocated for the

storage of normal play data, the trick play data select control circuit 145 controls the data select MUX 114 to output normal play data blocks which are supplied to the set of heads 140.

5

Referring now to Fig. 2, there is illustrated a VTR playback circuit 210 implemented in accordance with one exemplary embodiment of the present invention. As illustrated in Fig. 2, the VTR playback circuit 210 comprises a set of heads 214, an error correction circuit 216, a playback packet filter 218, a bitstream corrector circuit 220 a digital VTR port 222, and a servo control module 224. The position of a tape 212 relative to the set of heads 214 is controlled by the servo control module 224 during playback operation.

10

User commands indicating, e.g., the particular mode of VTR playback operation such as forward or reverse and the speed of operation are supplied to the playback packet filter 218, bitstream corrector circuit 220, and a motor control circuit 230 of the servo control module. The motor control circuit 230 adjusts the position of the tape 212 by controlling the movement of a set of capstans 226 as a function of the output of a tracking control head 228 and a received user command. User commands may be input by, e.g., manual operation of a switch on a VTR control panel.

15

Data is read from the tape during playback operation by the set of heads 214 and is supplied to the error correction circuit 216. The error correction circuit 216 uses the ECC bits read back from the tape with the normal and trick play data blocks to correct data errors. Corrected data read from the tape, e.g., normal play and trick play transport data packets, are supplied by the error correction circuit 216 to the playback packet filter 218.

20

25

30

35

- The playback packet filter 218 outputs a bitstream from which data packets read from the tape and not used during the selected mode of VTR operation are filtered. The bitstream output by the playback packet filter 218 is
- 5 supplied to the bitstream corrector circuit 220 which operates in accordance with the present invention to modify PCR, PTS and/or DTS signals already existing in the bitstream, or to generate new PCR, PTS and/or DTS signals to insure that the bitstream output by the bitstream corrector
- 10 220 includes PCT, PTS, and/or DTS values that are in compliance with MPEG-2 for the specific mode of VTR operation as indicated by a user command supplied to the bitstream corrector circuit 220.
- 15 The bitstream output by the bitstream corrector circuit 220 is supplied to, e.g., a digital VTR port which may be coupled to, e.g., a decoder which may be part of a display device such as a television receiver.
- 20 To support trick playback operation modes such as fast forward/fast reverse, the trick play data selection circuit 108 of the VTR recording circuit 100 selects data from the bitstream received by the trick play data processing circuit 142, e.g., the normal play bitstream, which is then recorded
- 25 by the set of heads 140 into locations on the tape 112, e.g., trick play tape segments, which are reserved for trick play data. In accordance with one embodiment of the present invention, the trick play data is recorded as a legal MPEG-2 transport data stream which corresponds to a
- 30 preselected playback data rate, i.e., upon playback the recorded data will be read back as a legal MPEG-2 transport data stream corresponding to the preselected playback data rate.
- 35 This embodiment requires that PCR values, recorded with the

trick play data, are encoded with the correct timebase and frequency for the preselected playback rate and that PTS and/or DTS values are encoded with the trick play data so that the frames read back from the tape will be presented at the correct rate relative to the PCR values.

In addition to the PCR and PTS/DTS constraints imposed by MPEG-2, the VTR recording circuit 100 may impose additional constraints on the trick play data recorded on the tape to facilitate VTR trick playback operation. Such additional constraints may include, e.g., a limitation requiring that trick play frames be limited to intra-coded (I-) frames which do not require data corresponding to additional frames to be decode.

In one embodiment, the trick play data selection circuit 108 selects data corresponding to I- frames to be used as trick play data thereby avoiding the use of inter-frame, e.g., P- and B- frame, data for trick play.

In such an embodiment, the trick play data selection circuit 108 selects data representing I- frames from the normal play data and generates a trick play data stream from the selected I-frames. The generation of the trick play data stream may include performing one or more data reduction operations on the selected I-frames. Thus, the I-frames included in the trick play data stream generated by the data selection circuit 108 may include reduced resolution I-frames which were generated by deleting high frequency discrete cosine transform (DCT) coefficients from blocks of video data included in the normal play bitstream to decrease the size of the blocks selected to be included in the trick play data stream.

During trick play operation, because of the path traced over

the tape by the set of heads 140, the recovered data rate is usually much lower than normal playback data rate.

5 Because the data rate recovered by the VTR playback circuit 210 during trick playback operation is usually very low compared to the original bit rate of the normal play bitstream, even reduced resolution I-frames will generally take longer than a frame period, which corresponds to the time used to display a frame during normal playback
10 operation, to recover and send to, e.g., a decoder circuit, via e.g., the digital VTR port 222. Thus, during fast forward or fast reverse trick playback operation, each frame will probably have to be held and displayed for more than a frame period by, e.g., a display processor responsible for
15 controlling the display of the video frame where a frame period corresponds to the time normally used to display a frame during normal playback operation.

20 As a result of the low recovered data rate during trick play, a decoder circuit coupled to, e.g., the VTR port 222, will generally not receive a sufficient amount of data to decode a full frame in a frame period. Accordingly, this creates a decoder buffer underflow condition.

25 As will be discussed further below, the bitstream corrector circuit 220 of the present invention, uses one or more of a plurality of different methods of addressing the potential decoder buffer underflow problem. Generally, these methods include the adjusting or generation of PTS and, optionally,
30 DTS values to insure that a decoder receiving data in an underflow situation will not attempt to decode the data until all the frame data is received. The bitstream corrector circuit 220 of the VTR playback circuit 210
accomplishes this by generating a PTS or DTS value that
35 prevents the decoder from decoding the contents of a frame

buffer in the case of a buffer underflow until sufficient data is received to permit a frame to be properly decoded.

5 In such an embodiment, where the bitstream corrector 220 generates PTS or DTS values during buffer underflow conditions, each frame, e.g., trick play frame, is independently packetized in at least one elementary stream (PES) packet. While a frame can be divided into multiple PES packets, in accordance with the present invention, the
10 use of multiple PES packets per frame may result in a penalty in terms of increased overhead resulting in decreased data transmission efficiency.

15 To prevent decoder buffer underflow, the bitstream corrector circuit 220, in another embodiment, stores the trick play frame data until it has the data corresponding to a full frame. The bitstream corrector circuit 220 then outputs this data to the decoder multiple times, e.g., whenever the decoder is due to receive a new frame, until the data for a
20 new complete frame has been stored and is ready to be supplied to the decoder.

25 The trick play data read from the tape may be a single set of data which is intended to be used for both fast forward and fast reverse playback modes of operation. The same trick play data may be recorded multiple times on the tape in different tape locations in an attempt to increase the chances for data recovery. In the case where a single set of trick play data is used for both forward and reverse
30 trick playback operation, it is likely that a concatenation of I-frames or I-frames and transparent P-frames are the only normal play data subsets that will decode properly for the various fast modes of trick playback operation because of the uncertainty of the order (forward or reverse) in
35 which the data corresponding to the frames will be read from

the tape.

When separate sets of trick play forward and reverse data are recorded on a tape, the use of inter-frame coded data during trick play is possible since the order in which the frames for a specific mode of trick play operation will be read from the tape becomes predictable. In such a case, it is possible to construct a trick play data stream in which the holding time for each frame is one frame period. If sufficient data is read from the tape to avoid decoder buffer underflow, MPEG-2 does not require a PTS and/or DTS to be encoded for each frame, or that each frame be in an individual PES packet.

However, to facilitate support of multiple speed trick playback operation using a single trick play data set for a plurality of different speeds and/or directions of trick play operation, it is desirable that a PTS and/or DTS be included for each frame and that the data corresponding to each frame be included in an individual PES packet.

In one embodiment, the bitstream corrector 109 of the VTR recording circuit 100 of the present invention is responsible for insuring that the trick play data stream recorded on a tape circuit 210 includes each frame in a single PES packet with a PTS and/or DTS.

When a VTR playback circuit operates in fast forward or fast reverse it will recover data, e.g., trick play data, from the trick play segments of a tape and send it to a decoder. The amount of data recovered, however, is a function of the playback rate which, in the case of fast forward/reverse operation, is faster than the normal playback speed. Thus, if the trick play data recorded and read back from the tape was encoded before recording for playback at a fast speed

of, e.g., 8x normal and is played out at, e.g., 18x normal, the data rate of the trick play data stream output by the playback packet filter 218 will be different than that for which the data was originally encoded. Accordingly, the
5 PCR, PTS and/or DTS values read from the tape will not be correct when the playback rate is different than the playback rate for which the data was originally encoded.

Slow speed playback operation offers similar data rate and
10 timing problems to those associated with faster than normal playback speeds. However, during slower than normal playback speeds it is possible to read and output the normal play data recorded on the tape. Thus, during slow speed playback operation a VTR will probably use the entire
15 recorded normal play bitstream as its source rather than an extracted subset. However, the VTR playback circuit will probably deliver it to a decoder at a rate less than that for which it was encoded. Accordingly, PCR and PTS/DTS values read from the tape will be incorrect in the slow
20 playback case since the displayed frames will have a holding and display time greater than 1 frame. To ease slow motion playback decoding requirements, the normal play data should be encoded such that the data corresponding to each normal play frame is contained in an independent PES packet with an
25 encoded PTS and, optionally, a DTS. This is a constraint that is required by the Grand Alliance™ ADTV specification for ADTV bitstreams.

The operation of the bitstream corrector circuit 109 of the
30 VTR recording circuit 100 of the present invention and the bitstream corrector circuit 220 of the VTR playback circuit 210 will now be discussed in detail beginning with a discussion of the recording of trick play data for fast forward playback operation.

After extraction or selection of trick play data from the normal play bitstream by the data selection circuit 108, the trick play data should be put back into an MPEG-2 compliant transport stream. This operation is performed, in the VTR recording circuit 100, by the bitstream corrector circuit 109. As discussed below, PCR values are generated and inserted into the adaptation headers of trick play transport packets output by the data selection circuit 108. This operation is performed by the bitstream corrector circuit 109, as required to produce an MPEG-2 compliant bitstream of trick play data. Because the trick play data received by the bitstream corrector circuit 109 was not encoded at the rate at which it will be decoded, e.g., it was encoded for normal play operation and will be decoded during fast forward playback operation, new PCR values have to be generated and included in the trick play data stream to achieve MPEG-2 compliance.

The long term average data rate for a specific preselected trick playback mode of operation, e.g., 18x fast forward, can be predicted with reasonable certainty from the recording pattern of the trick play data on the tape and the expected fast forward playback rate.

Furthermore, PCRs can be included in a MPEG-2 bitstream at preselected intervals of upto 100ms apart, e.g., in terms of the time required to transfer the data between the PCRs. The PCR is a value normally generated in response to the incrementing of a 33 bit register as a function of a 27 MHz clock signal and a 9 bit extension. The 33 bit PCR base can have a value of anywhere from 0 to 8,589,934,591 while the 9 bit PCR extension can have a value from 0 to 299. The 9 bit extension is incremented on every cycle of a 27 MHz system clock and is reset after reaching the value 299. The 33 bit base is incremented whenever the 9 bit extension

wraps around to zero with the 33 bit base wrapping around to zero after reaching its maximum value of 8,589,934,591.

5 The PCR base and PCR extension can be combined into a signal PCR value for purposes of arithmetic on PCRs. This is accomplished by multiplying the PCR base by 300 and adding the PCR extension value.

$$\text{PCR value} = \text{PCR base} * 300 + \text{PCR extension}$$

10

Then, in accordance with the present invention, normal arithmetic can be accomplished on the PCR value with the restriction that the PCR value will wrap around at a value of 8,589,934,591*300+299. That is if the PCR value where
15 incremented from 8,589,934,591*300+299 the next value would be 0. The PCR value can be converted back into a PCR base and extension for encoding in the bitstream. The PCR base is calculated by dividing the PCR value by 300 and dropping any fractional part to result in an integer, and the PCR
20 extension is the remainder of the PCR value divided by 300.

$$\text{PCR base} = \text{PCR value} / 300 \text{ (integer)}$$

$$\begin{aligned} \text{PCR extension} &= \text{remainder of PCR value} / 300 \\ &= \text{PCR value} - \text{PCR base} * 300 \end{aligned}$$

25

Generally, it is the sequence of PCR values and the incrementing thereof that is important and not the initial PCR value or starting point in a bitstream.

30 Since the predicted playback data rate for a preselected trick playback mode of operation is known, the period in terms of the time required to recover a specific amount of trick play data from the tape in the preselected mode of
35 trick play operation is also known. Therefore the time, in the preselected playback mode, between data packets of trick

play data may be calculated as (the amount of data between the data packets / the transfer data rate for the preselected mode of trick play operation). By generating a PCR clock reference signal and including it in the trick play data bitstream so that the decoder receives a PCR at least once every 100 ms of playback time, MPEG-2 compliance is achieved.

In accordance with the present invention the PCRs to be included with the trick play data being recorded on the tape are generated based on the assumption that the trick play transport stream is a continuous stream of packets at the average predicted trick playback data rate.

In one embodiment, the bitstream corrector 109 generates a PCR for every preselected number of ms required to transfer data to a decoder during the specific mode of operation where the preselected number is less than or equal to 100, e.g., 50 ms. In such an embodiment, the amount of data output by the data selection circuit 108 is monitored and when the data output for the preselected trick playback mode of operation is an amount that approximately equals the amount that will be transferred to a decoder in the preselected number of ms, a PCR is generated by the bitstream corrector circuit 109 and inserted into the bitstream. Because the point at which a PCR is to be inserted into the data stream may not precisely match the location at which PCRs should be inserted into a data packet, the PCR may not be generated and inserted exactly at the preselected point but relatively close thereto.

In such an embodiment, each new PCR value generated by the bitstream corrector circuit 109 is equal to the previous PCR value plus an incremental value.

The PCR's represent a sample of a 33 bit counter plus a 9 bit extension. The PCR value increments at a 27 MHz rate. So, during trick playback the PCR must appear to increment at a 27 MHz rate. Thus, if the data transfer rate for trick play output is known the PCR values can be calculated. For example, the time span between PCR₁ and PCR₂ is the amount of data in the bitstream between PCR₁ and PCR₂ divided by the rate at which it is sent to a decoder. The number of PCR increments is this time span times 27 Mega-increments/sec. Thus, the value of PCR₂ can be calculated from the value of PCR₁ plus the 27,000,000 times the number of bytes generated since PCR₁ divided by the transfer rate in bytes/second.

$$PCR_2 = PCR_1 + (\text{bytes since } PCR_1 / \text{Transfer rate}) \times 27000000$$

In MPEG-2 the PCRs are constrained such that the time span between two PCRs must be less than 100 msec. So an alternate way of generating correct PCRs is to pick a span, T, less than 100 msec and compute the number of bytes that will be transferred during that span, B = T * transfer rate (bytes/sec.). Once B bytes have been generated a new PCR will be output at the first opportunity. Since a PCR is encoded in a packet header, it may not fall at exactly B bytes from the last PCR. So the number of bytes since B, until the PCR can be encoded must be counted. The new PCR value is then the old PCR value plus P = T * 27000000 plus the number of bytes in excess of B divided by the transfer rate times 27000000 increments/sec.

$$PCR_2 = PCR_1 + P + (\text{bytes in excess of } B / \text{Transfer rate}) \times 27000000$$

As discussed above, the bitstream corrector 109 is

responsible, in one embodiment, for packing the data representing each trick play frame into a PES packet. Each PES packet includes a PTS, and, optionally, a DTS in the PES header. Generally, it is expected that in most applications
5 B- frames will not be included in a trick play data stream. In such cases, where the trick play data stream includes only intra-coded data DTS values do not need to be included in the PES header.

10 The time difference between subsequent PTSS, in the trick play data stream being recorded on the tape, should be the desired holding time for the previous frame (frame_{i-1}) times the desired output rate, e.g., period for displaying each frame. Thus, the generation of a PTS value by the bitstream
15 corrector circuit 109 for a current frame, i.e. frame_i , can be represented by the following equation:

$$\text{PTS}_i = \text{PTS}_{i-1} + (\text{holding time } \text{frame}_{i-1}) \times 90 \text{ kHz}$$

20 where PTS_i represents the PTS value being generated for the data representing the current frame, frame_i ;

PTS_{i-1} represents the PTS value generated for the data representing the frame preceding the current frame, i.e., frame_{i-1} ;

25 holding time frame_{i-1} represents the time, as a multiple of a standard frame time, for which frame_{i-1} is to be displayed; and where

30 90 kHz represents the clock rate for presentation time stamps during the normal mode of VTR playback operation.

To prevent picture tearing and possible loss of

synchronization in the decoder the holding time during trick playback operation should preferably be an integer multiple of the normal playback operation frame period. For example, the holding time for frame_{i-1} should be (N_{i-1} x frame period),
5 where N_{i-1} is an integer representing the number of frame times for which frame_{i-1} is to be held.

Substituting (N_{i-1} x frame period) in the above equation for the holding time of frame_{i-1} yields:

10

$$PTS_i = PTS_{i-1} + (N_{i-1} \times \text{frame period}) \times 90 \text{ kHz}.$$

If the desired average holding time for the trick play frames during the preselected mode of trick playback
15 operation is not an integer multiple of the frame period, then the holding times of trick play frames can be dithered to achieve the desired average hold time per trick play frame. For example, if the desired average hold time is 4.25 frame periods, a sequence of four frames can be encoded
20 by the bitstream corrector circuit 109 with 3 frames being assigned a holding time of 4 frame periods and 1 frame time being assigned a holding time of 5 frame periods. In such a case, the average holding time over any multiple of 4 trick play frames is (17 frame periods/4 frames) = 4.25 frame
25 periods.

In the above described manner, the bitstream corrector circuit 109 of the VTR recording circuit of the present invention generates PCR and PTS values for each frame of
30 trick play data in the trick play datastream so that an MPEG-2 compliant bitstream will exist when the data is later read back from a tape during trick play operation at the preselected fast forward speed of trick play operation for which the trick play data was recorded.

Operation of the bitstream corrector circuit 220 of the VTR playback circuit 210 will now be discussed. When trick play data is read back and played at the speed for which it was encoded, the clock reference (PCR) and time stamps (DTS, PTS) should be correct for decoding. In such a case, the VTR needs to simply send the trick play data read back from the tape to a decoder without modification by the bitstream corrector circuit 220. However, if the trick play speed is other than that for which the data was encoded, then the clock reference values and time stamps will be wrong.

For example, consider a bitstream recorded for 18x normal speed trick playback operation. Since the data on the tape for trick play is fixed at recording time, the output data rate is a function fo the trick play speed. If the data is, e.g., 25 sync blocks per rotation of the set of heads and the data is repeated e.g., 18 times to facilitate 18x phase lock trick play, then the data rate during 18x speed playback operation (DR_{18}) will be:

$$DR_{18} = 25 \text{ blocks/rot} \times (376 \text{ bytes}/5 \text{ blocks}) \times 150 \text{ rps} \times 18 \text{ speed}/18 \text{ repetition}$$

$$= 282 \text{ Kbytes/sec.}$$

assuming a rotational rate of 150 revolutions/sec.;

376 bytes of data for every 5 blocks read from the tape; and

that during 18 speed playback operation no duplicate data is read from the tape since the ratio of the playback speed to the repetition rate is 1.

at 8.5x trick playback operation the data rate would be as follows:

$$DR_{8.5} = 25 \text{ blocks/rot} \times (376 \text{ bytes}/5 \text{ blocks}) \times 150 \text{ rps} \times 8.5 \text{ speed}/18 \text{ repetition}$$

$$= 133.1667 \text{ Kbytes/sec.}$$

Since the effective playback data rate is lower in the 8.5x case, e.g., because duplicate trick play data is read, it takes longer to read back and transfer to a decoder a fixed amount of non-duplicative trick play data. This results in the time difference between two PCRs which are read back from the tape being lengthened by the ratio of the speed for which the data was encoded over the actual playback speed. To correct PCRs that are read back at a data rate that is lower than the rate they were intended to be read back at, the PCRs can be scaled by the ratio of the encoded data rate over the actual data rate as follows:

$$\text{corrected PCR}_i = \text{PCR}_i \times [\text{encoded trick play speed} / \text{actual trick play speed}]$$

Continuing the above example, in the case of data that was encoded to be read back at 18x speed and is actually read back at 8.5x speed the corrected PCRs are calculated as follows:

$$\text{corrected PCR}_i = \text{PCR}_i \times 18/8.5$$

As an alternative to calculating corrected PCR values from those read from the tape, new PCRs could be generated using a 27 MHz system clock to drive a 33 bit counter and a 9 bit extension. In such an embodiment, the bitstream corrector circuit 220 replaces the PCRs in the trick play data stream read from the tape with values obtained by sampling the 33 bit counter and a 9 bit extension, e.g., at preselected intervals which are upto 100 ms apart.

The difference in the actual data rate at which the data is read from the tape and the data rate for which the data was encoded to be read at has the same effect on the holding times and PTS, DTS values as it has on the PCR values. For example, if a frame had a holding time of N at 18x playback, then it will take a holding time of

$(N \times 18/8.5)$ to play that frame at 8.5x speed. Thus, the PTSs and DTs should also be adjusted to account for the effect of the different playback speed. A corrected PTS may be calculated as follows:

corrected $PTS_i = PTS_i \times [\text{encoded trick play speed} / \text{actual trick play speed}]$

For example where the data is encoded and recorded to be played back at 18x speed and is actually played back at 8.5x speed corrected PTS values would be calculated as follows:

$$PTS_{i_cor} = PTS_i \times 18/8.5$$

After such a scaling or correction operation, it is desirable to again adjust the corrected PTS values so that they are integer multiples of the frame period. This can be done by lengthening or shortening each PTS as necessary to make it a multiple of the frame period, i.e., normal play frame display time, and tracking the remainder of the hold time so it does not accumulate. The following algorithm may be used by the bitstream corrector circuit 220 to accomplish this operation:

Begin

remainder = 0

Begin repeat

$PTS_{cor} = PTS_{read} \times [\text{encoded trick play speed} / \text{actual trick play speed}]$

$PTS_{adj} = \text{int portion}[PTS_{cor} / \text{frame period}] \times$

Frame period

```

remainder = remainder + PTScor - PTSadj
5      if (remainder > frame period) then
          PTSadj = PTSadj + frame period
          remainder = remainder - frame period
10     repeat for next PTS

```

15 When trick playback operation is performed at a speed that is less than the speed the trick play data was encoded to be read back at, the spacing between PTRs and PTSS must not only be corrected, e.g., in the above described manner, but the spacing between such timing signals must also be checked.

If the PCRs were spaced at 100 msec intervals at the time they were encoded to be recorded on the tape, then
20 lengthening that duration, e.g., by reading the data back at a lower trick play speed, would result in a bitstream that violates the MPEG-2 standard. This might present problems relating to a decoder's ability to use a phase lock loop circuit to decode the data. To insure that the MPEG-2
25 maximum interval constraint is not violated by a trick play data stream, the bitstream corrector circuit 220 can, and in one embodiment does, insert new PCR packets into the trick play datastream to satisfy the PCR spacing requirements.

30 In this context, the term PCR packet is used to refer to an

MPEG-2 transport packet including a PCR value encoded in the adaptation header of the transport packet.

5 The new PCR packets which are inserted into the bitstream to insure MPEG-2 compliance, can be constructed without payload data by stuffing the adaptation header of the generated PCR packet so that it fills the entire packet payload.

Inserting extra PCR packets in the trick play data stream will increase the trick play data rate slightly. However,
10 as long as the adjusted PCRs which were generated from the original PCRs are transferred at the same relative position in time as if the new PCR packets were not included, the adjusted PCRs will not have to be adjusted again as a result of the addition of the new PCR packets added to insure that
15 MPEG-2 PCR spacing requirements are satisfied.

In most cases, the trick play data stream output by the VTR playback circuit 210 will be padded with NULL packets to
20 bring it up to the data rate of a normal playback data stream. In such a case, the PCR packets added to satisfy MPEG spacing requirements can be substituted for the NULL packets that would otherwise be added to the trick play bitstream by, e.g., the bitstream corrector circuit 220.

25 In addition to the constraints between PCRs, MPEG has a similar spacing requirement for PTS values, which can be

spaced at a maximum distance of 700 msec in the bitstream.
However, since the presentation time clock of a decoder is
locked to the 27 MHz system clock during decoding it is not
clear whether violating this MPEG constraint will present
5 any problem for decoders in terms of their ability to decode
a received bitstream.

If the MPEG PTS spacing constraint is to be satisfied, and
the holding time for a frame exceeds 700 msec, then a dummy
10 PES packet can be inserted into the trick play data stream
to achieve the required PTS spacing.

In accordance with one embodiment of the present invention,
dummy packets that are inserted to maintain the desired PTS
15 spacing are constructed as transparent P-frames with a PTS
appropriate to satisfy MPEG PTS maximum spacing
requirements. A transparent P-frame, in this case, is a
frame constructed completely from predictions from the
previous frame, with the motion vectors and prediction
20 residuals being set to zero so that the resulting decoded
interframe is exactly the same as the previous frame.

Inserting dummy PES packets will increase the data rate, but
if PCR spacing is not disturbed then there will be no need
25 to adjust the PCRs as a result of the insertion of dummy PES
packets.

To simplify the generation of dummy PES packets, in one embodiment, a read only memory coupled to the bitstream corrector circuit 220 is provided and used to store data representing a dummy PES packet as a fixed number of transport packets. In such an embodiment, the bitstream corrector circuit 220 uses the dummy PES packet information stored in the ROM when it needs to add a dummy PES packet to the bitstream.

10

Pseudo code is used below to represent methods of the present invention used to correct or generate PCR, PTS and a DTS values for each of the correction scenarios in this application. For each application, the pseudo code is presented for two different embodiments. The pseudo code for the first embodiment assumes that PCR values read from the tape are corrected, e.g., adjusted, and used to generate an MPEG compliant trick play data stream. The pseudo code for the second embodiment, on the other hand, assumes that a PCR counter will be used by the bitstream corrector circuit to generate new PCR values which are then inserted into the trick play bitstream with the PCR values read from the tape. In the second embodiment, PCR values supplied to the input of the bitstream corrector circuit 220, if any, are discarded rather than corrected. If desired the first and second embodiments can be combined with the first embodiment

being used when PCRs are present in a bitstream supplied to the bitstream corrector circuit 220 and the second embodiment being used when PCRs are absent from the bitstream supplied to the bitstream corrector circuit 220.

5

Pseudo code representing the bitstream correction operations performed by the bitstream corrector circuit 220 of the present invention in two different embodiments, to correct a bitstream read back from the tape during a fast forward mode of trick playback operation is set forth below.

10

Bitstream Correction for Fast Forward - Embodiment 1

```

15      if (FF output rate = encoded rate for bitstream) then
          play out the bitstream
        else
          scaling_factor = encoded_TP_speed/actual_TP_speed
          remainder = 0
20      for (each packet)
          if (packet contains PCR) then
              set PCR=scaling_factor*PCR
          else if (100 ms since last PCR) then
              then insert new packet with PCR
25      end if
          if (packet contains PTS)
              new PTS=scaling_factor*PTS

          adjustedPTS=largest_integer_less_than(newPTS/frame_
30              period)*frame_period
          remainder=remainder + newPTS-adjustedPTS
          if(remainder>frame_period)then
              adjustedPTS = adjustedPTS+frame_period
              remainder = remainder - frame_period
35      end if
          set PTS = adjusted PTS
          else if(700ms since last PTS)
              send dummy frame with PTS
          end if
40      output packet
          end for
      end if

```

Bitstream Correction for Fast Forward - Embodiment 2

```

5      initialize PCR counter
      insert new packet with PCR
      initialize PTS estimate = PCR +
        estimated delay for first picture
      for (each packet)
10         if(100ms since last PCR) then
            insert new packet with current PCR counter
          end if
          if(packet contains PTS)
            set PTS = current PTS estimate
          end if
15         if(700ms since last PTS)
            send dummy frame with PTS
          end if
          send packet
          update PCR counter
20         update PTS estimate
      end for

```

where, in the above pseudo code:

```

25      newPTS - is the estimate of the corrected PTS which is calculated
          by scaling the PTS read from the tape;

          adjustedPTS - is the corrected PTS value adjusted by
30      dithering so it fall on a frame period;

          initialize PCR counter - represents the operation of setting
          the PCR value to any legal MPEG-2 PCR value as a starting
          point;
35      initialize PTS estimate - represents the operation of
          initializing the PTS to the PCR base plus a time delay as a
          function of the estimated time to send the first frame;

          delay for first frame - is a time delay in PTS increments
40      which represents the estimated time to send the first frame
          to a decoder;

          update PCR - represents the operation of incrementing the
          PCR base and extension as a function of a 27 MHz clock; and
45      update PTS - represents the operation of incrementing the
          PTS as a function of a 90 kHz clock and the frame period.

```

50 Operation of the bitstream corrector circuit 220 will now be described in the case of fast reverse operation.

For trick play data that is recorded on a tape assuming that

it will be read back and used for fast forward play and
which is used in both fast forward and fast reverse modes of
trick playback operation, the counting direction of the PCR,
PTS and DTS clocks must be reversed for reverse playback
5 operation.

One or more reversal buffers, incorporated into the playback
packet filter 218, are responsible for re-ordering, e.g.,
reversing the order of the frame data read from the tape
10 during reverse trick play operation when the data recorded
for forward operation is read back and used for reverse
playback operation.

In the case of data that was recorded for forward playback
15 operation, which is read back during reverse operation, the
PCR will count down as data is read from the tape and it
must be reversed to count up. This can be accomplished by
replacing the PCRs read from the tape with new PCR values
generated using, e.g., a 33 bit counter value and a 9 bit
20 extension both of which are generated as a function of a 27
MHz clock. Alternatively, new PCR values can be generated
as a function of the original PCRs read from the tape using
the knowledge that the original PCRs were calculated based
on the amount of data recorded and the anticipated data rate
25 during fast forward playback. Because the frame data may
have to be reversed in reverse play there is not necessarily

a simple relationship between PCRs recorded for forward playback operation and those read from the tape and sent to the decoder during reverse playback operation.

- 5 PTSs for reverse play will also have to be corrected when the data being used for reverse playback operation was recorded to be used during forward playback operation.

10 The PTSs for fast reverse play can, and in one embodiment of the present invention are, calculated by the bitstream corrector circuit 220 using the following equation:

$$\text{PTS}_{\text{cor}_i} = \text{PTS}_{\text{cor}_{i-1}} + (\text{PTS}_{\text{old}_{i-2}} - \text{PTS}_{\text{old}_{i-1}})$$

where:

- 15 $\text{PTS}_{\text{cor}_i}$ is the corrected PTS value for the i_{th} PTS value in the sequence of generated PTS values;

- 20 $\text{PTS}_{\text{cor}_{i-1}}$ is the corrected PTS value for the PTS preceding the i_{th} PTS value in the sequence of generated PTS values; and

- 25 where $\text{PTS}_{\text{old}_{i-2}}$ and $\text{PTS}_{\text{old}_{i-1}}$ correspond to the $(i-2)$ and $(i-1)$ PTS values, respectively, in the sequence of i PTS values read from the tape.

- Pseudo code setting forth two different embodiments of the present invention for correcting the PCR and PTS values during fast reverse playback operation which uses data recorded for fast forward operation, are set forth below.
- 30 The first embodiment corrects PCR values read from the tape while the second embodiment generates PCR values

independently from any values read from the tape.

Bitstream Correction for Fast Reverse - Embodiment 1

```

5      initialize PCR counter
      scaling_factor=encoded_TP_speed/actual_TP_speed
      remainder=0
      initialize revPTS=PCR + delay for first frame
      for (each packet)
10         if (packet contains PCR) then
             set PCR = last PCR + amount of data since last
                                     PCR/data rate
         else if (100 ms since last PCR) then
             then insert new packet with PCR
         end if
15         if(packet contains PTS)
             newPTS=scaling_factor*PTS
             adjustedPTS=largest_integer_less_than(newPTS/frame_
                                     period)*frame_period
             remainder = remainder + newPTS-adjustedPTS
20             adjustedPTS = adjustedPTS+frame_period
             remainder = remainder - frame_period
         end if
             revPTS = last revPTS + oldPTS2 - oldPTS1
             oldPTS = oldPTS1
25             oldPTS1 = adjustedPTS
             set PTS = revPTS
         else if (700ms since last PTS)
             send dummy frame with PTS
         end if
30         output packet
      end for

```

Bitstream Correction for Fast Reverse - Embodiment 2

```

35      initialize PCR counter
      insert new packet with PCR
      initialize PTS estimate = PCR +
          estimated delay for first picture
40      for (each packet)
          if (100ms since last PCR) then
              insert new packet with current PCR counter
          end if
          if (packet contains PTS)
45              set PTS = current PTS estimate
          end if
          if (700ms since last PTS)
              send dummy frame with PTS
          end if
50          send packet
          update PCR counter
          update PTS estimate
      end for

55      where, in the above pseudo code:
      initialize revPTS - represents initialization of the value of the

```

reverse PTS counter which is initialized using the initial PCR value for reverse processing and a delay corresponding to the estimated time required to send the first frame to a decoder.

5 oldPTS1 - This variable represents the previous final corrected PTS value. It is initialized as the current PTS minus the estimated time to send a frame to a decoder.

10 oldPTS2 - This variable corresponds to the previous value of oldPTS1 and thus the value of the corrected PTS from two frames ago. This value is initialized as the initial value of oldPTS1 minus the estimated time to send a frame to a decoder.

15 last revPTS - This variable corresponds to the previous value of the reverse PTS. This variable is initialized in the same manner as the reverse PTS counter.

20 last PCR - This variable corresponds to the previous value of the last corrected PCR that was generated.

Correction of the PCR, PTS and DTS values read from a tape during slow motion forward playback will now be described.

25 Slow motion is playing out the normal play data read from the tape, e.g., a normal play bitstream, with a holding time greater than 1 frame period. The effect on PCR and PTS values is similar to that of fast forward at a speed lower
30 than the encoding speed, however, because a video tape recorder does not have full control over the process used to encode a normal play bitstream because it is normally received in an encoded form and recorded without re-
35 encoding, correction of PCR, PTS and/or DTS values may be slightly more complex than in the fast forward case.

In the forward slow motion case, the PCR and PTS/DTS values should be scaled by (1/slow motion playback speed) A simple

scheme of the present invention used to maintain PTS alignment with the frame period is using a slow speed of $1/N$ times the normal playback speed where N is an integer. If the slow speed results in a holding time which is a non-integer number of a frame period, PTS dithering can be used as described above, to achieve the proper slow motion display rate.

In accordance with the present invention, during slow forward operation, if PCR spacing exceeds 100 msec the bitstream corrector circuit 220 inserts PCR packets to meet MPEG PCR maximum spacing requirements. If the PTS spacing exceeds 700 msec, the bitstream corrector circuit 220 inserts transparent P-frames if there are no B-frames in the sequence.

If B-frames are present in the sequence, inserting a transparent P-frame would result in a replication of the anchor frame rather than the previous B-frame thereby disrupting the frame sequence and the data stored in the anchor frame buffers.

Accordingly, if B-frames are present in the slow-motion bitstream, dummy B-frames are inserted into the bitstream by the bitstream corrector circuit 220, as required, to maintain proper PTS spacing. If the dummy frame being

inserted is to be displayed following an anchor frame it can be completely predicted from the anchor frame. However, if the dummy frame follows a B-frame it is made to be a repetition of the B-frame data which it follows.

5

The spacing of frames with a holding time greater than 1 requires that a PES header with a PTS be used for each frame. If the source data, e.g., the data read from the tape during slow motion playback, wasn't encoded with a PES header and PTS per frame, than the VTR playback circuit 210 could simply output the data and rely on the underflow handling capability of a decoder receiving the data. However, to insure correct decoding, in one embodiment, the bitstream corrector circuit 220 inserts an extra PES header before each frame which doesn't have one and inserts a PTS into those frames which have a PES without a PTS. This can be done by repacketizing the entire bitstream, or by inserting extra transport packets which contain only the needed PES headers and adaptation header stuffing to fill the extra payload.

20

Pseudo code setting forth two different embodiments of the present invention for correcting the PCR and PTS values during slow forward playback operation are set forth below.

25 The first embodiment uses PCR values read from the tape while the second embodiment generates completely new PCR

values.

Bitstream Correction for Slow Forward - Embodiment 1

```

5      scaling_factor=1/actual_speed
      remainder=0
      for (each packet)
        if (packet contains PCR) then
          set PCR = scaling_factor*PCR
10      else if (100ms since last PCR) then
          then insert new packet with PCR
        end if
        if (packet contains PTS)
          newPTS = scaling_factor*PTS
15      adjustedPTS=largest_integer_less_than(newPTS/frame_
          period)*frame_period
          remainder = remainder + newPTS-adjustedPTS
          if (remainder>frame_period) then
            adjustedPTS = adjustedPTS+frame_period
20      remainder = remainder - frame_period
          end if
          setPTS = adjustedPTS
          else if (700ms since last PTS)
            send dummy frame with PTS
25      end if
          output packet
        end for

```

Bitstream Correction for Slow Forward -Embodiment 2

```

30      initialize PCR counter
      insert new packet with PCR
      initialize PTS estimate = PCR +
          estimated delay for first picture
35      for (each packet)
        if (100ms since last PCR) then
          insert new packet with current PCR counter
        end if
        if (packet contains PTS)
40      set PTS = current PTS estimate
        end if
        if (700ms since last PTS)
          send dummy frame with PTS
        end if
45      send packet
          update PCR counter
          update PTS estimate
        end for

```

50 Correction of the PCR, PTS and DTS values read from a tape during reverse normal or slow speed playback modes of operation will now be described.

Reverse playback of the normal play bitstream, whether at a normal or slower than normal speed, introduces various problems with regard to the correction of PCR, PTS and DTS values. If the bitstream includes inter-coded frames, e.g., B- or P- frames, these can only be correctly decoded if the decoding is done in the forward direction. Although a video playback circuit could buffer up a group of pictures (GOP) and pass it to a decoder, the decoder will, absent some control signal to the contrary, present the frames in the forward temporal order.

A somewhat better approach to addressing reverse playback operation at normal or slow speeds is to playback intra-coded frames in reverse order and delete the inter-coded frames from the trick play bitstream. In such an embodiment, the VTR playback circuit 210 buffers the I-frames read from the tape using, e.g., the reversal buffers incorporated into the playback packet filter 218, and then sends the I-frames to a decoder in a syntactically forward direction. This may result in jerky reverse motion because the inter-coded frames are deleted. However, this approach has the advantage of producing an MPEG compliant bitstream which can be decoded by a standard decoder. Inter-coded data, e.g., P- and B- frames can be used in reverse if the inter-coded frames or regions are transparent. Thus, if a progressive refresh scheme is used rather than I-frame

refresh, reverse operation can be performed by having the bitstream corrector circuit 220 replace inter-coded macroblocks in the trick play bitstream with skipped or transparent macroblocks.

5

PCR values for reverse play can either be generated using a 27 MHz signal to drive a counter at playback time or by calculating the transfer rate and the amount of data sent to the decoder during normal or slow reverse operation. Unless
10 the GOP structure is known, it is probably not possible to correctly encode PTS values because the holding time will be a function of the GOP size. Thus, in this case, the video playback circuit 210 will probably have to let the decoder buffer underflow in certain instances and rely on the
15 correct response by the decoder to handle the underflow condition.

Pseudo code setting forth two different embodiments of the present invention for correcting the PCR and PTS values
20 during normal or slow reverse playback operation are set forth below. The first embodiment uses PCR values read from the tape while the second embodiment generates completely new PCR values.

25

**Bitstream Correction for Slow or Normal Reverse -
Embodiment 1**

```

5      initialize PCR counter
      remainder = 0
      initialize revPTS = PCR + delay for first frame
      for (each packet)
        if (packet contains PCR) then
          set PCR = last PCR + amount of data since
10         last PCR/data rate
        else if (100ms since last PCR) then
          then insert new packet with PCR
        end if
        if (packet contains PTS)
15         newPTS = PTS
         adjustedPTS =
           largest_integer_less_than(newPTS/frame_
             period)*frame_period
         remainder = remainder + newPTS-adjustedPTS
20         if (remainder>frame_period) then
           adjustedPTS = adjusted PTS + frame_period
           remainder = remainder - frame_period
         end if
         revPTS = last revPTS + oldPTS2 - oldPTS1
25         oldPTS2 = oldPTS1
         oldPTS1 = adjustedPTS
         set PTS = revPTS
        else if (700ms since last PTS)
          send dummy frame with PTS
30         end if
        output packet
      end for

```

**Bitstream Correction for Slow or Normal Reverse -
Embodiment 2**

```

      initialize PCR counter
      insert new packet with PCR
40     initialize PTS estimate = PCR +
        estimated delay for first picture
      for (each packet)
        if (100ms since last PCR) then
          insert new packet with current PCR counter
45         end if
        if (packet contains PTS)
          set PTS = current PTS estimate
        end if
        if (700ms since last PTS)
50         send dummy frame with PTS
        end if
        send packet
        update PCR counter
        update PTS estimate
55     end for

```

- Reverse playback operation, whether it be slow, normal or

fast speed present several buffering problems when a
bitstream that was recorded for forward playback operation
is used as the data source for reverse playback operation
since the frames are not read in the order in which they
5 must be output to a decoder. For the data output during
reverse operation to be in the correct syntactic order, the
macroblocks represented by the data must be encoded from
left to right and the slices from top to bottom. The data
recorded for forward playback operation and read from the
10 tape in reverse order will not have the correct ordering.
Thus, the data representing each frame must be buffered
until all the frame data is read. It can then be reordered
and sent to a decoder in the forward order. Because a video
playback circuit will probably read new data as the current
15 reversed frame is being sent to a decoder, two frame
buffers, each of which is large enough to store the largest
expected frame, are used in accordance with the present
invention in a ping-pong manner for reverse operation with
data being stored in one buffer while data is being read out
20 of the other buffer.

While it is possible for a video playback circuit 210, e.g.,
the bitstream corrector circuit 220, to detect PCRs, PTSs
and DTSS by scanning the bitstream read back from a tape, it
25 is easier for the bitstream corrector circuit 220 if trick
play packets carrying PCRs, PTSs or DTSS are identified by

e.g., marked at recording time.

Accordingly, in one embodiment of the present invention, trick play data packets including PCRs, PTSs or DTSs are marked by the bitstream corrector circuit 109 prior to recording by adding an extra sync block header to identify trick play sync, e.g., data, blocks or they are marked by adding to an extra packet header, which is associated with a transport packet, information that indicates that the packet includes a PCR, PTS or DTS, prior to recording the trick play data packets on the tape. In the later case, the added packet header specifically identifies the transport packet associated therewith and including a PCR, PTS and/or DTS.

For fast reverse playback, reversal buffer control can be simplified if trick play frames (including all headers) are made to fit into trick play data locations on the tape such that a frame spans an integer number of head rotations. For example, if there were 25 trick play blocks read per head rotation, e.g., a 180° rotation of the heads 214, a frame and associated headers would be composed of a multiple of 25 sync blocks.

The bitstream corrector circuit 220 can compute the encoded trick play speed or rate, by examining the PCR values in the trick play data stream read from the tape and by measuring

the number of bytes in the trick play data stream over a period between two PCR signals PCR_i and PCR_{i-1} . The output data rate can then be computed as:

5 $DR_{calc} = \text{measured number of bytes} \times 27\text{MHz} / (PCR_i - PCR_{i-1})$

The ratio between the current playback speed and the encoded playback speed is the ratio between the computed or intended output data rate which can be calculated as set forth above,
10 and the known actual or measured output data rate for the trick playback speed being implemented. That is:

$$N = DR_{current} / DR_{calc}$$

The value $1/N$ is the scaling factor used for adjusting the PCRs, PTSS and DTSS in various embodiments of the present
15 invention.

While it is possible to calculate the data rate at which recorded data was intended to be played back at 1, since the recording circuit 100 knows the rate for which it is
20 encoding trick play data, it can, and in one embodiment does, store this information on the tape as auxiliary data on the tape when recording trick play data. This recorded data rate information is then read back and used by the bitstream corrector circuit 220 during trick playback
25 operation.

4. Brief Description of Drawings

Figure 1 illustrates a video recording device implemented in accordance with one exemplary embodiment of the present invention.

Figure 2 illustrates a video playback circuit implemented in accordance with another exemplary embodiment of the present invention.

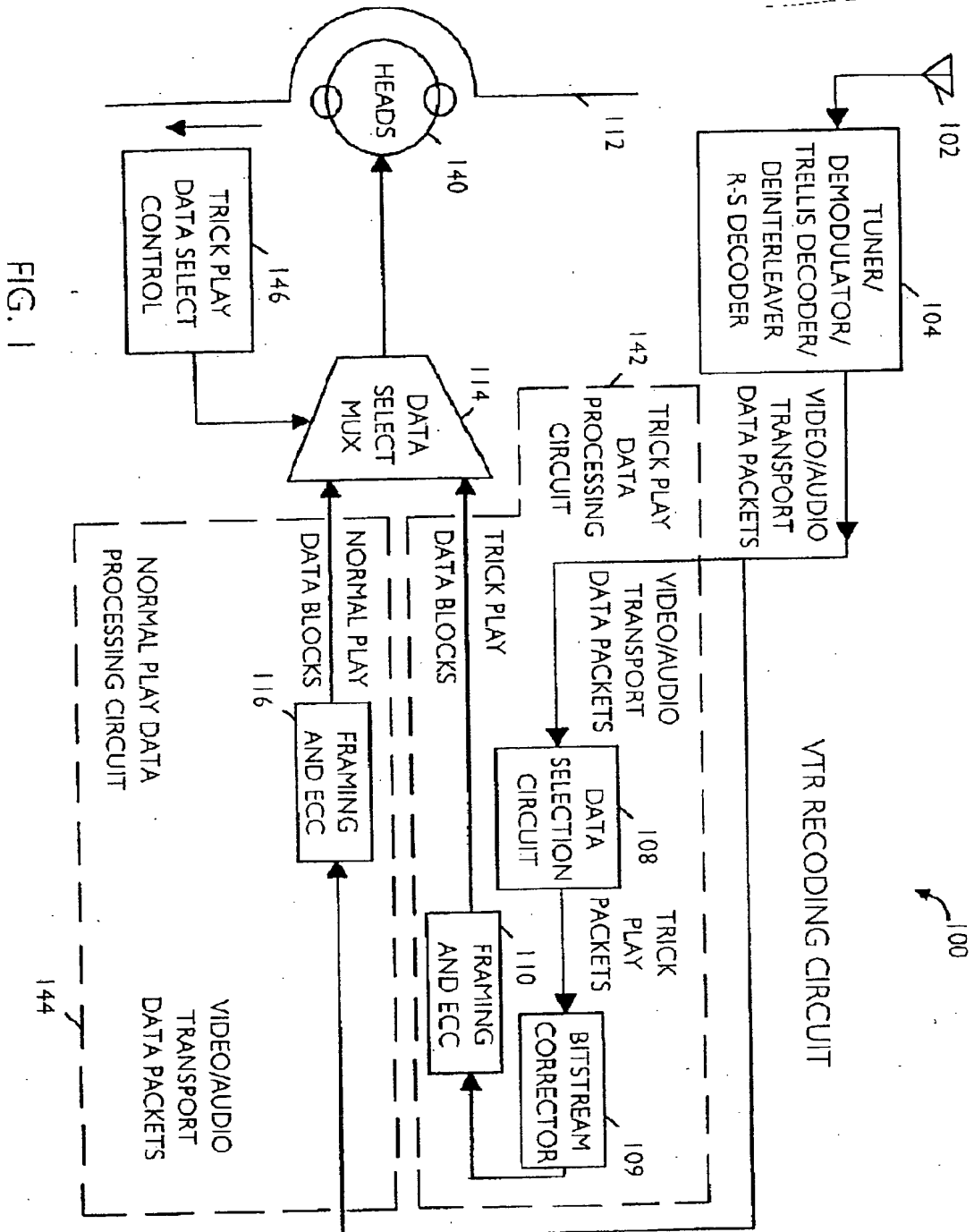


FIG. 1

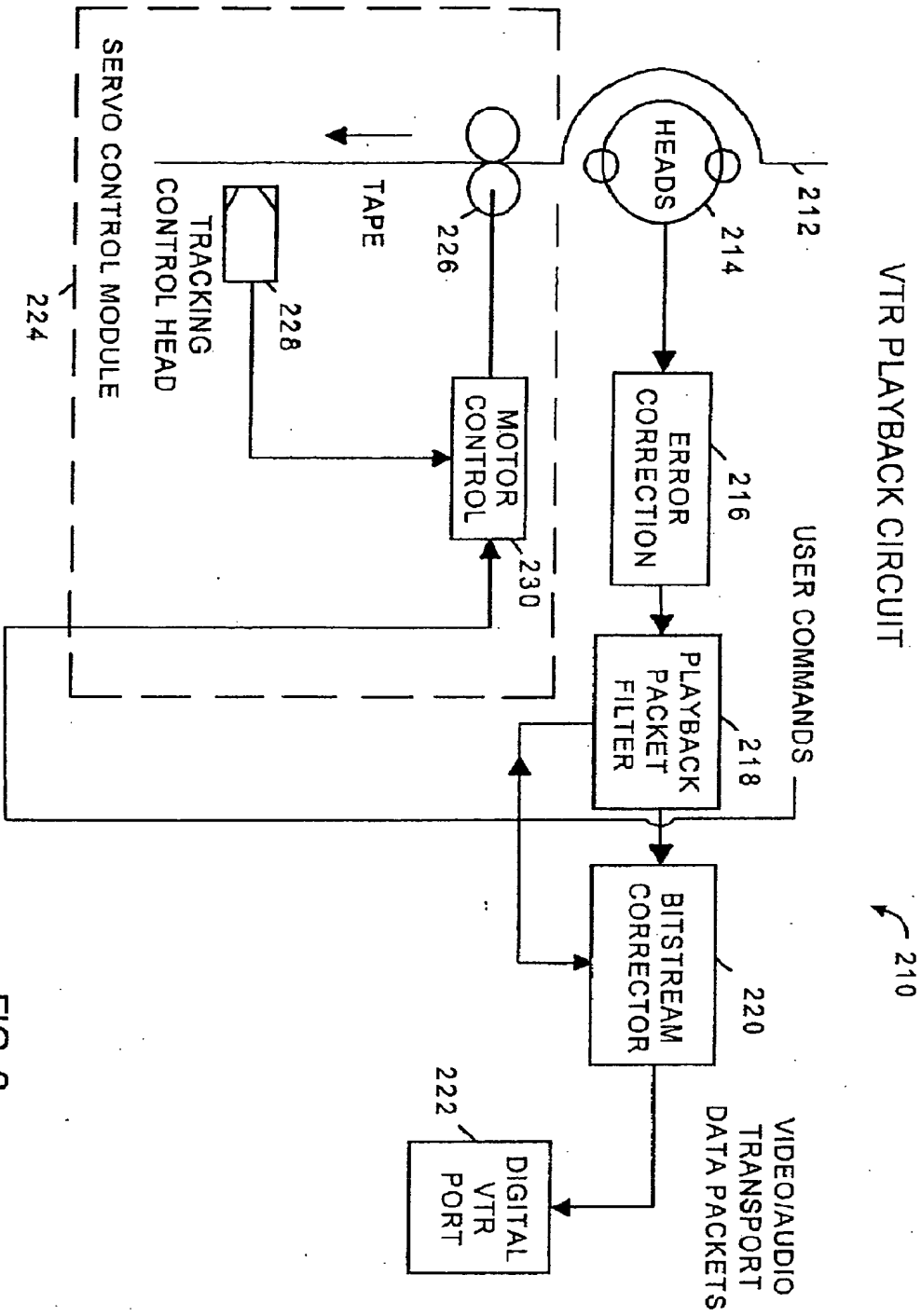


FIG. 2

1. Abstract

Methods and apparatus for insuring that a trick play data stream, e.g., a stream of data used for fast forward or reverse playback operation, complies with preselected data standards and in particular the MPEG-2 standard are disclosed. Various methods are described for generating PCR, PTS and DTS values for a trick play data stream, which is generated from a normal play data stream, and is intended for recording in trick play segments of a tape. The described methods include generating new PCR, PTS and DTS values as a function of the trick play speed at which the data is intended to be read back. Methods and apparatus for correcting PCR, PTS and DTS values read from a tape during trick playback operation are also disclosed. The disclosed methods are directed to generating new PCRs, PTSs and DTSs to provide an MPEG-2 compliant bitstream. The described methods and apparatus are applicable to a plurality of storage and playback devices capable of implementing trick play including compact disks.

2. Representative Drawing

Fig. 1